



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування

**З. Р. Маланчук, В. Я. Корнієнко,
В. С. Сорока, О. Ю. Васильчук**



ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ

Навчальний посібник

*Рекомендовано як навчальний посібник для здобувачів вищої
освіти, які навчаються за спеціальністю «Гірництво»*

Рівне 2018



Національний університет
водного господарства
та природокористування

УДК 622:622.012(075)

T65

Рецензенти:

Марчук М. М., кандидат технічних наук, професор кафедри автомобілів та автомобільного господарства НУВГП (м. Рівне);

Надутьий В. П., доктор технічних наук, професор, завідувач відділу механіки машин і процесів переробки мінеральної сировини Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України (м. Дніпро).

*Рекомендовано вченою радою Національного університету
водного господарства та природокористування.*

Протокол № 6 від 26 жовтня 2018 р.

**Маланчук З. Р., Корнієнко В. Я., Сорока В. С.,
Васильчук О. Ю.**

T65 Транспортні системи гірничих підприємств : навч. посіб. – Рівне : НУВГП, 2018. – 190 с.

ISBN 978-966-327-412-6

У навчальному посібнику викладено аспекти транспортних систем гірничих підприємств, становлення, аналіз і розвиток систем розробки; розглянуто сутність транспортних систем та їх місце в загальній системі управління організацією. Видання дасть змогу студентам усвідомити суть основних категорій транспортних систем гірничих підприємств.

Посібник призначено для вивчення дисципліни «Транспортні системи гірничих підприємств» при підготовці бакалаврів за спеціальністю «Гірництво».

УДК 622.014:622.68(075)

ISBN 978-966-327-412-6

© З. Р. Маланчук, В. Я. Корнієнко,
В. С. Сорока, О. Ю. Васильчук, 2018
© Національний університет
водного господарства та
природокористування, 2018



ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА		6
РОЗДІЛ 1	РОЛЬ І МІСЦЕ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ В ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ РОЗРОБКИ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН.....	7
	Питання для самоперевірки, повторення.....	17
РОЗДІЛ 2	БЕЗТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ.....	18
2.1.	Системи відкритої розробки родовищ.....	19
2.2.	Поняття про безтранспортні системи розробки.....	29
	Питання для самоперевірки, повторення.....	52
РОЗДІЛ 3	ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ.....	53
3.1.	Взаємозв'язок елементів системи розробки і параметрів гірничотранспортного устаткування.....	53
3.2.	Особливості застосування транспортно-відвальних мостів.....	63
	Питання для самоперевірки, повторення.....	73
РОЗДІЛ 4	ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ РОЗРОБКИ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ І ПОЛОГОПАДАЮЧИХ РОДОВИЩ.....	74
4.1.	Загальні відомості про комбіновані системи при відпрацюванні родовищ.....	74
4.2.	Комбіновані системи при відпрацюванні горизонтальних і пологопадаючих родовищ.....	90
	Питання для самоперевірки, повторення.....	93



РОЗДІЛ 5	ЕЛЕМЕНТИ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ ПРИ РОЗРОБЦІ ПОХИЛИХ І КРУТОПАДАЮЧИХ РОДОВИЩ.....	94
5.1.	Загальні відомості.....	94
5.2.	Висота уступу.....	97
5.3.	Ширина робочого майданчика.....	100
5.4.	Екскаваторний блок.....	102
5.5.	Інтенсивність гірничих робіт на кар'єрах.....	104
5.6.	Системи із застосуванням залізничного, автомобільного, конвеєрного і комбінованого транспорту.....	105
	Питання для самоперевірки, повторення.....	119
РОЗДІЛ 6	ОСОБЛИВІ ВИПАДКИ ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ ПРИ РОЗРОБЦІ ПОХИЛИХ І КРУТОПАДАЮЧИХ РОДОВИЩ...	120
6.1.	Специфіка системи розробки комбінованим транспортом зі скиповим підйомом.....	120
6.2.	Параметри систем розробки з комбінованим транспортом.....	125
6.3.	Особливі випадки використання систем.....	127
	Питання для самоперевірки, повторення.....	129
РОЗДІЛ 7	СТАНЦІЇ, РОЗ'ЇЗДИ ТРАНСПОРТУ КАР'ЄРІВ.....	130
7.1.	Загальні відомості.....	130
7.2.	Головні відкатні колії і пости.....	131
7.3.	Вибійні і відвальні колії.....	135
7.4.	Роз'їзди і станції.....	139
	Питання для самоперевірки,	



	повторення.....	143
РОЗДІЛ 8	ОРГАНІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ.....	144
8.1.	Загальні питання організації.....	144
8.2.	Планування роботи стаціонарних установок та рухомого складу.....	145
8.3.	Диспетчерський контроль. Генеральний план.....	151
	Питання для самоперевірки, повторення.....	156
РОЗДІЛ 9	СХЕМИ ТРАНСПОРТУ.....	157
9.1.	Вибір схем транспорту.....	157
9.2.	Схеми транспорту на збагачувальних фабриках.....	162
9.3.	Схеми транспорту кар'єрів.....	167
	Питання для самоперевірки, повторення.....	182
РОЗДІЛ 10	ОРГАНІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТУ НА ОКРЕМИХ ПІДПРИЄМСТВАХ.....	183
	Питання для самоперевірки, повторення.....	186
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....		187



ПЕРЕДМОВА

Гірнича галузь відіграє важливу роль в розвитку паливно-енергетичного комплексу будь-якої держави. Україна багата на різноманітні корисні копалини. Гірничі підприємства, які займаються видобуванням корисних копалин, в даний час знаходяться в стані затяжної кризи. Одним із способів виходу з кризового стану – це технічне переозброєння промисловості. Економічно доцільне видобування корисних копалин вимагає постійного вдосконалення транспорту, та систем транспорту.

Усі стадії виробництва продукції на гірничих підприємствах пов'язані з транспортуванням: доставка корисної копалини від сировинної бази до заводу або складу, готової продукції – від заводу до споживачів, перевезення господарських вантажів, людей тощо. Використовується різний вид транспортування: автомобільний, конвеєрний, залізничний. Особливої уваги вимагає процес формування парку промислового транспорту. Адже, основним завданням організації транспортних перевезень на гірничих підприємствах є забезпечення виконання перевезень у заданих кількостях і у встановлені терміни.

В навчальному посібнику основна увага направляється на транспортні системи, що використовуються при відкритій розробці корисних копалин (на кар'єрах). Даний навчальний посібник орієнтований на систематизацію знань студентів щодо видобування корисних копалин з використанням транспортних систем. Також приведені переваги та недоліки систем, що застосовуються при видобування корисних копалин.

На думку авторів даний навчальний посібник можуть використовувати студенти гірничих спеціальностей під час навчання, проходження практик та при написанні бакалаврських та магістерських робіт.

Автори висловлюють вдячність за рецензування та зауваження до матеріалу к.т.н., професору Марчуку М. М. та д.т.н., професору Надутому В. П.



РОЗДІЛ 1

РОЛЬ І МІСЦЕ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ В ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ РОЗРОБКИ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН

Транспортні системи розробки характеризуються переміщенням порожніх порід у відвали колісним або конвеєрним транспортом. Вони застосовуються в різноманітних гірничо-геологічних умовах залягання родовища, що зумовило їх широке розповсюдження [6].

В більшості випадків транспортні системи застосовують при похилому або крутому падінні покладів, а також великій їх потужності, коли відсутня можливість розміщення відвалів всередині кар'єру. Тому порожні породи вивозять за межі кар'єру в зовнішні відвали.

Крутопадаючі родовища при транспортних системах розробки розкривають внутрішніми траншеями (тупиковими, спіральними і ін.). Схеми розвитку робіт при розрізі тупиковими з'їздами показані на рис. 1.1. В'їзна траншея 1 закінчується горизонтальною ділянкою 2, яка служить тупиковим майданчиком. Після проходки розрізної траншеї 3 екскаватор паралельними заходками 4, 5 відпрацьовує перший уступ.

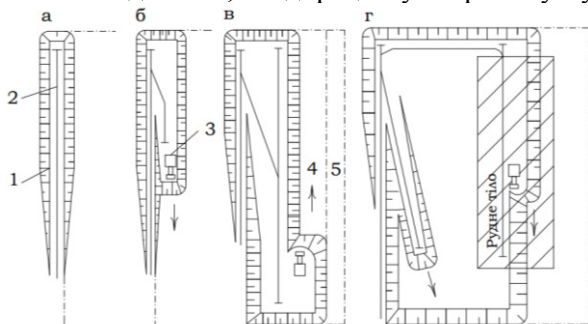


Рис. 1.1. Схеми розвитку робіт при розрізі тупиковими з'їздами

Порожні породи і руду (коли екскаватор дійде до рудного тіла) вивозять з кар'єру в залізничних вагонах. У міру



відпрацювання заходок рейкові колії переносять в нове положення [13].

Перенесення колій здійснюють колійними кранами на залізничному або гусеничному ході або тракторними колієпересувачами. Вантажопідйомність кранів 25...45 т, максимальний виліт стріли 14...16 м. У кранів з висувною стрілою виліт останньої сягає 30...33 м. Перенесення колій ведуть окремими ланками (рис. 1.2, а). Цикл перенесення однієї ланки включає наступні операції: планування траси бульдозером, розболчування стиків, підвіску і перенесення ланок в нове положення, зболчування стиків, переміщення крану в нове положення (на довжину однієї ланки).

При перенесенні колій кран може переміщуватися у відступаючому порядку (від кінця колій до стріли) і в тому, що наступає (від стріли до тупика). У другому випадку кран переміщується по нововкладених коліях і на перенесення витрачається більше часу.

Тривалість циклу з перенесення однієї ланки складає 5...10 хв. За зміну краном переносять 300...700 м колій.

Тракторні колієвкладники обладнують на базі тракторів Т-130 і Т-180 при ланках колій завдовжки по 12,5 м і на базі тракторів К-700 і Т-500 при ланках завдовжки по 25 м. Тракторні колієперевкладники дозволяють переносити ланки колій на значні відстані. З їх допомогою можна перенести 1000...1400 м колій за зміну.

Для пересування залізничної колії без розбирання на невелику відстань застосовують тракторні колієпересувачі (рис. 1.2, б).

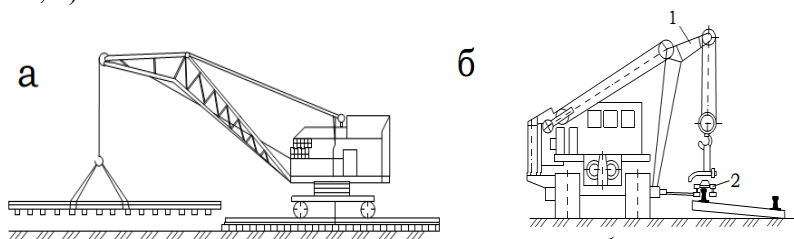


Рис. 1.2. Перенесення залізничних колій краном (а) і пересування їх тракторним колієпересувачем (б)



На тракторі встановлюють кран 1 з роликотзахватним пристосуванням 2, що накладається на головку рейок. Спочатку колію підводять, потім колієпересувач від'їжджає на величину разового кроку пересування (1...2 м) і, рухаючись уздовж колій, переміщує їх в нове положення. Продуктивність колієпересувача (довжини колій на крок пересування) досягає 5...7 тис. м²/год.

Одночасно з відпрацюванням верхнього уступу траншеєю розкривають (рис. 1.1, г) і відпрацьовують другий горизонт. Розріз, підготовка і відпрацювання кожного наступного горизонту проводять аналогічно відпрацюванню верхнього горизонту. Залежно від розміру кар'єру видобуток або розкривні роботи одночасно ведуться на 2...8 (а іноді і більше) горизонтах.

Розглянутий порядок розрізу, підготовки і відпрацювання із стаціонарним розташуванням розкриваючих виробок на неробочому борту кар'єру досить простий і дозволяє звести до мінімуму об'єм робіт з перенесення рейкових колій. Проте необхідність видалення великого об'єму розкривних порід на початковому етапі обумовлює значні капітальні витрати і подовжує термін будівництва кар'єру. Тому іноді розкриваючі траншеї розташовують поблизу рудного покладу або безпосередньо в ній з метою якнайшвидшого початку видобутку.

При цьому відпрацювання горизонту ведуть від розрізної траншеї в обидві сторони і після досягнення неробочого борту кар'єру влаштовують стаціонарний з'їзд. Такий порядок розрізу з первинними нестаціонарними (ковзаючими) з'їздами хоча і ускладнює організацію робіт, але дозволяє різко скоротити первинні витрати і прискорити початок видобутку руди.

При розрізі спіральними з'їздами розрізні траншеї, від яких починають відправовання того або іншого горизонту, можуть розташовуватися з будь-якого боку кар'єру відповідно до розташування з'їзду. З цієї причини важко забезпечити паралельне переміщення уступів, і останні обробляють по віяльній схемі або поєднують віяльне і паралельне просування.



При визначенні ширини робочого майданчика враховують ширину заходки, розвал породи після вибуху, ширину транспортної смуги і майданчика, що забезпечує резерв готових до виймання запасів при відпрацюванні нижче лежачого уступу. При автомобільному транспорті ширина майданчика повинна допускати розворот автосамоскида. При скельних породах мінімальна ширина робочого майданчика складає 30...50 м.

Останніми роками намічається тенденція до застосування високих (25...35 м) уступів з підриванням «в затиску» на неприбрану гірську масу. В цьому випадку іноді підірвану гірську масу для прибирання ділять на два підуступи [18].

Збільшення висоти уступів дозволяє скоротити об'єм буріння за рахунок зменшення перебудів, свердловин, зменшити витрату детонуючого шнура на з'єднання зарядів і, головне, добитися рівномірного дроблення порід. При породах середньої і нижче середньої міцності підривання «в затиску» дає можливість отримати таку кусковатість руди, яка достатня (без подальшого подрібнення) для продуктивної роботи конвеєрного транспорту. У свою чергу це дозволяє застосовувати циклічно-потокową (ЦПТ) і потокową технологію (ПТ) розробки в умовах комплексно-механізованого і автоматизованого кар'єру.

Потокова технологія характеризується безперервним надходженням гірської маси із вибою до поверхні. Вона забезпечується використанням техніки безперервної дії (багатоковшових екскаваторів) у поєднанні з конвеєрним транспортом. У циклічно-потоківій технології виймання і вантаження руди або породи здійснюються вантажними машинами циклічної дії (прямими мехлопатами, драглайнами, навантажувачами), а транспортування за допомогою конвеєрів.

При скельних породах застосування ЦПТ ускладнюється необхідністю вторинного подрібнення гірничої маси перед подачею її на конвеєр до шматків не більше 350...500 мм.

Розрізняють дві схеми ЦПТ. По першій схемі (рис. 1.3, а) одноковшовим екскаватором 1 руда завантажується в бункер самохідної дробарки 4 і після дроблення вибійним конвеєром 2 і системою магістральних конвеєрів 6 видається з кар'єру на поверхню. Завантаження руди на конвеєр проводиться через



самохідний бункер 3, перевантаження з конвеєра на конвеєр - через перевантажувальні вузли 5.

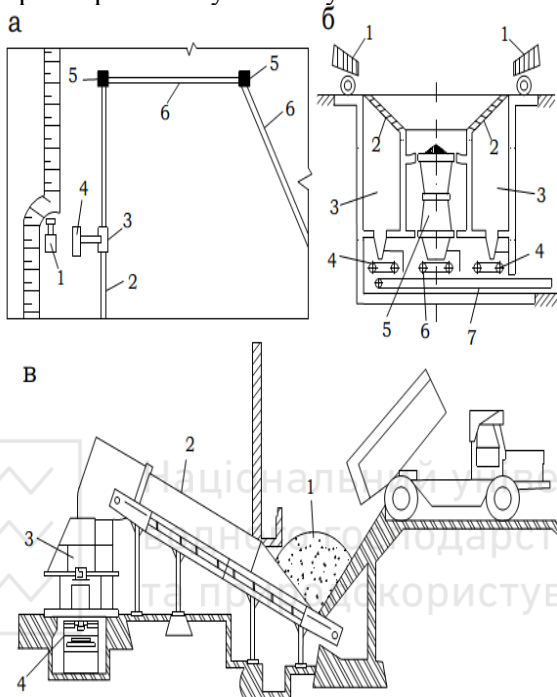


Рис. 1.3. Схеми циклічно-поточної технології з самохідною дробильною установкою (а) і стаціонарних (б) і напівстаціонарних (в) дробильно-перевантажувальних пунктів

По другій схемі гірська маса транспортується від екскаваторів автосамоскидами до стаціонарних або напівстаціонарних дробильно-перевантажувальних пунктів (ДПП), а від них на поверхню конвеєрами.

Схема стаціонарного ДПП наведена на рис. 1.3, б. Автосамоскиди 1 розвантажують руду на грохот 2. Дрібна порода поступає через грохот в бункери 3, а з них живильниками 4 подається на конвеєр 7. Крупні шматки поступають в конусну дробарку 5 і після дроблення живильником 6 також подаються на конвеєр 7. Стаціонарний



ДПП вимагає великих капітальних витрат при значному (25...30 м) заглибленні в ґрунт. Тому споруджується на тривалий (більше 6...7 років) термін, потрібний для відпрацювання нижніх горизонтів кар'єру.

Значно частіше застосовують напівстаціонарні ДПП (рис. 1.3, в), які переносять з поглибленням кар'єру. Горизонти, на яких їх встановлюють, називаються концентраційними. Гірська маса з бункера 1 живильником 2 подається в дробарку 3, з якої поступає на конвеєр 4. ДПП подібного типу не вимагає ні великого заглиблення, ні складних споруд. Їх можна переносити через один-два уступи і переміщати в різні зони по простяганню кар'єру, забезпечуючи зменшення відстані перевезень автотранспортом.

Останніми роками циклічно-потокова технологія набуває все більшого поширення на багатьох крупних кар'єрах. Її застосування забезпечує зниження собівартості видобутку 1 т руди на 15...20 % і підвищення продуктивності праці в 1,3...1,5 рази.

Перевантаження гірської маси з автосамоскидів в думпкери проводять безпосередньо із спеціально споруджених естакад (рис. 1.4, а) або за допомогою екскаваторів на перевантажувальних складах (рис. 1.4, б). У першому випадку, не дивлячись на необхідність спорудження естакади, витрати на перевантаження менші.

Розрахунки показують, що при глибині кар'єрів більше 250-300 м автомобільний транспорт доцільно поєднувати з конвеєрним або скіповим.

Коли рудний поклад залягає полого або горизонтально, то після досягнення на ділянці кар'єрного поля підстилаючих порід можливо розміщувати відвали порожніх порід усередині кар'єру. В цьому випадку переходять на транспортну систему розробки, з внутрішнім відвалоутворенням. При конвеєрному транспорті формуються два потоки з рудних вибоїв руда магістральним конвеєром подається на збагачувальну фабрику, а порожня порода з верхніх горизонтів складальним і відвальним конвеєрами - до відвалоутворювача який розміщує її у верхній і нижній яруси відвала. Якщо потужність рудного



покладу невелика, нижню частину покривних порід можна розміщувати у внутрішній відвал по безтранспортній або транспортно-відвальній системі, а верхню частину перевозити у верхні яруси внутрішнього відвала засобами автомобільного рейкового або конвеєрного транспорту, тобто застосовувати комбіновану систему розробки [31].

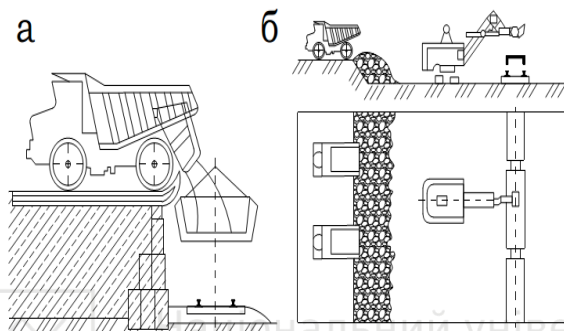


Рис. 1.4. Схеми перевантаження гірничої маси

За техніко-економічними показниками комбіновані системи розробки займають проміжне положення між транспортними і безтранспортними системами розробки.

Від комбінованих систем розробки слід відрізняти комбіновану розробку, при якій одне і те ж родовище розробляють одночасно відкритим і підземним способами.

Відвальні роботи

Вилучені при розкривних роботах породи розміщують у відвалах. Розглянемо утворення зовнішніх відвалів при транспортних системах розробки [28].

Залежно від вживаного устаткування розрізняють плужні, екскаваторні і бульдозерні відвали.

Плужні відвали застосовують при залізничному транспорті. Рейкові колії при цьому розташовують уздовж верхньої брівки відвалу і породу з думпкарів розвантажують безпосередньо під укіс відвального уступу. В міру заповнення відвалу ширина майданчика між рейковими коліями і верхньою брівкою відвалу збільшується і частина породи на ній затримується. Породу, що залишилася, звалюють під укіс



відвальним плугом. Його робочим органом є система рухомих щитів і лемешів, змонтованих разом з пультом і системою управління на залізничній платформі. Переміщення лемешів здійснюється за допомогою пневмоциліндрів. Важкі відвальні плуги мають масу 50...70 т, максимальний виліт лемеша від осі шляху 7,5 м, робочу швидкість 6...10 км/год і забезпечують змінну продуктивність 3...3,5 тис. м³. Плуг переміщується електровозом.

На рис. 1.5, а показане положення відвала на різних етапах відвалоутворення. Перед початком відсипання вісь рейкового шляху розташовується на відстані 1,7...1,8 м від брівки і шлях має поперечний ухил убік, протилежний укусу відвалу. Безпосередньо під укис до першої оранки вдається розмістити 40...45% всієї породи. Після кожної оранки в одне місце розвантажують, як правило, один думпкар. Час розвантаження одного складу з п'яти-шести думпкарів складає 3...8 хв. Оранку здійснюють за два-чотири проходи плуга. Змінна продуктивність плуга 3000...8000 м³.

Після 7...9 оранок рейкову колію переносять колієвкладником циклічної дії в нове положення. Крок пересування колій рівний 2,5...3,5 м. За зміну колієпересувачі переміщують 400...500 м колій при кроці пересування 2,8...3 м.

Плужні відвали мають висоту 8...15 м. Чим вища висота відвалу, тим більше його приймальна здатність, яка вимірюється кількістю породи, що розміщується у відвалі між двома суміжними пересуваннями рейкових колій. Число поїздів, яке може прийняти відвал за зміну, характеризує його пропускну спроможність.

В процесі розвитку відвалів фронт відвалоутворення може переміщатися віялоподібно (рис. 1.5, б), паралельно (рис. 1.5, в) і криволінійно (рис. 1.5, г).

Віяльне переміщення фронту робіт спрощує пересування рейкових колій і найдоцільніше при плужному відвалоутворенні.

При паралельному розвитку відвалів кожне подальше положення рейкових колій після перенесення паралельне попередньому. Як при паралельному, так і при віяльному



розвитку відвальних робіт, якщо не приймати спеціальних заходів, відбувається вкорочення фронту відвалоутворення. Цього можна уникнути при криволінійному розвитку відвалів. В період повного розвитку відвальних робіт залізничні колії на криволінійному відвалі закріплюють і він перетворюється на кільце.

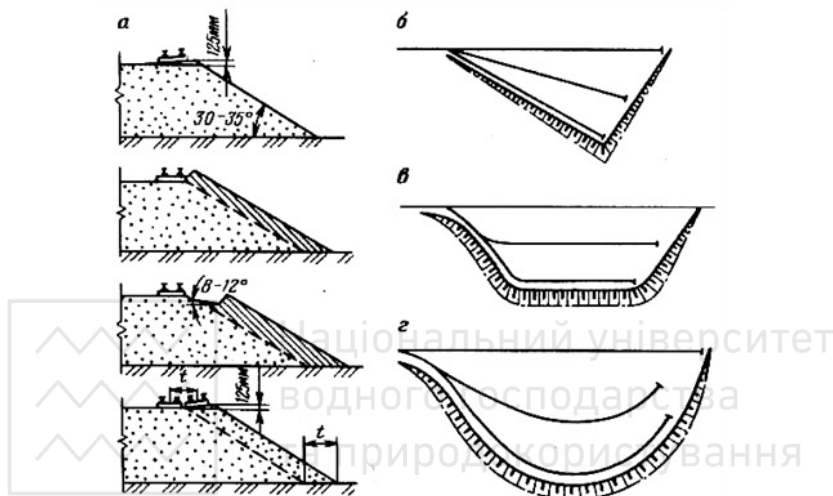


Рис. 1.5. Етапи плужного відвалоутворення (а) і схеми

Кар'єри великої потужності зазвичай мають декілька самостійних відвалів або на одному, часто багатоярусному, відвалі влаштовують декілька тупиків.

При великій кількості складованих порід і залізничному транспорті доцільні екскаваторні відвали, на яких розвантажену породу переміщують убік від рейкових колій одноковшовими або спеціальними багатоковшовими екскаваторами.

Схема відвалу з використанням на ньому прямої мехлопати наведена на рис. 1.6. Екскаватор розташовують на проміжному майданчику відвалу. Породу з думпкарів розвантажують на цей майданчик. Одночасно розвантажують один-два думпкари. Екскаватор черпає породу і розміщує її по периметру проміжного майданчика, нарощуючи останню по ходу свого руху і залишаючи за собою навал, висота якого рівна



висоті розвантаження екскаватора.

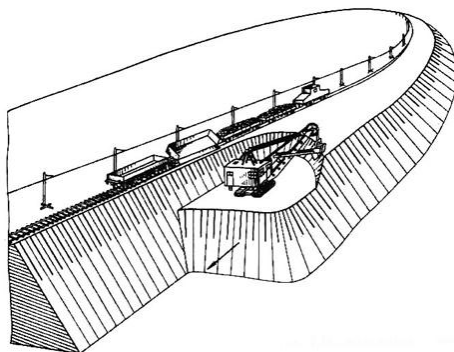


Рис. 1.6. Екскаваторний відвал

Після того, як екскаватор пройде одну відвальну заходку до кінця, залізничну колію переносять в нове положення і одночасно перекладають екскаватор на нову заходку по верхньому або нижньому майданчику відвалу. Повна висота екскаваторного відвалу складає 20...30 м, крок пересування колій 20...30 м. При використанні екскаваторних відвалів в 10-15 разів скорочуються витрати на перенесення рейкових колій в результаті збільшення кроку пересування і більшої висоти відвалу, в 1,5...2 рази зростає пропускна спроможність відвального тупику, підвищується стійкість відвальних колій і швидкість руху поїздів, зростає продуктивність праці відвальних робочих і зменшуються витрати на відвалоутворення. Великі капітальні витрати на екскаватори роблять недоцільним застосування цих відвалів при невеликому об'ємі робіт.

Бульдозерні відвали застосовують як при автомобільному, так і при залізничному транспорті. В період будівництва відвалу використовують площадковий спосіб відвалоутворення, при якому породу розвантажують на всій площі відвальної ділянки, а потім планують її бульдозерами. На сплановану ділянку відсипають наступний шар. Коли висота відвалу досягне 6...10 м, породу розвантажують по периферії відвала і бульдозерами зіштовхують під укіс (рис. 1.7, а).

Висота бульдозерних відвалів залежить від стійкості



складованих порід і змінюється від 10 до 30...40 м, а при відсипанні скельних порід на схилах гір – до 100...150 м і більше. При залізничному транспорті породу розвантажують на майданчик, розташований на 2...2,5 м і нижче рівня залізничної колії і переміщують під укіс на відстань 25...50 м (рис. 1.7, б). У певних умовах (потужні бульдозери, помірна кусковатість порід) цей спосіб може виявитися економічнішим порівняно з екскаваторним відвалоутворенням.

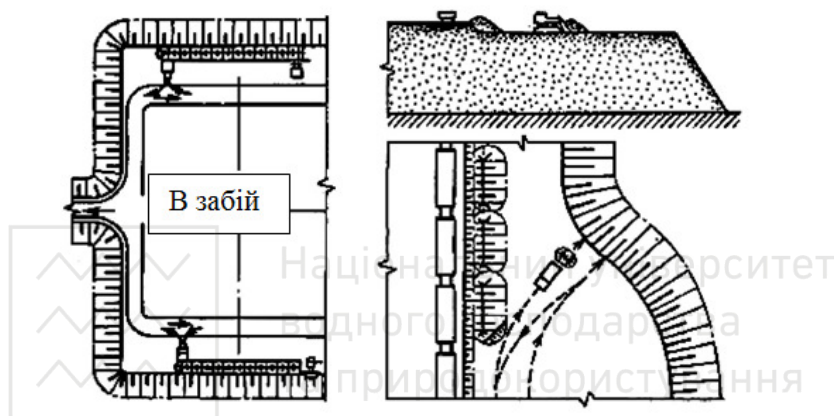


Рис. 1.7. Бульдозерне відвалоутворення при автомобільному (а) і залізничному (б) транспорті

Питання для самоперевірки, повторення

1. Умови застосування транспортних систем розробки корисних копалин.
2. Назвіть основні засоби для переміщення колій.
3. Що враховують при визначенні ширини робочого майданчика?
4. Які технології розробки в умовах комплексно-механізованого і автоматизованого кар'єру застосовують?
5. Охарактеризуйте циклічно-потокową технологію.
6. Охарактеризуйте потокową технологію.
7. Як відбувається перенавантаження гірської маси?
8. Суть плужного відвалоутворення.
9. Суть екскаваторно відвалоутворення.
10. Суть бульдозерного відвалоутворення.



РОЗДІЛ 2

БЕЗТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ

2.1. Системи відкритої розробки родовищ

Системою відкритої розробки родовищ називають встановлений порядок виконання комплексу підготовчих, розкривних і добувних робіт, що забезпечує планову і безпечну розробку родовищ при раціональному використанні запасів корисних копалин [7].

Раціональна система відкритої розробки повинна забезпечити видобуток корисної копалини в плановому об'ємі за якістю, що відповідає нормативним вимогам; максимальне його вилучення з надр, високу продуктивність праці і економічність при максимальній безпеці робіт.

Прийнята система відкритої розробки зумовлює тип гірничотранспортного устаткування, головні параметри кар'єру і його основні елементи, а також техніко-економічні показники роботи кар'єру в цілому [10]. Високі показники відкритої розробки родовищ досягаються впровадженням комплексної механізації, відповідної конкретним умовам вжитої системи розробки, рівню і стану технічного прогресу в області гірничого машинобудування. Система розробки органічно об'єднує сукупність гірничих виробок кар'єру, активна частина яких знаходиться в процесі розробки, і систематично змінює своє положення в просторі і схему комплексної механізації, яка є основним змістом технології відкритої розробки [12].

Нижче наведена класифікація систем відкритої розробки родовищ. Ця класифікація запропонована проф. М. Г. Новожиловим; вона не є остаточною, в процесі вдосконалення техніки і технології відкритих гірничих робіт виникають нові системи розробки і їх варіанти [20].

1 і 2 групи. Розкривні породи переміщують у вироблений простір розкривними екскаваторами (механічними лопатами або драглайнами). Видобуток ведуть услід за розкривними роботами, з деяким випередженням. Горизонтальний або слабо



похилий пласт (до 10°) відпрацьовують відразу на повну потужність.

3 і 4 група. Розкривні породи переміщують у вироблений простір консольними відвалоутворювачами або транспортно-відвальними мостами, обладнаними стрічковими конвеєрами. Роботи з видобутку ведуть з незначним відставанням. Родовища горизонтальні, з витриманими елементами залягання, обмеженої потужності. Відпрацьовуються відразу на повну потужність.

5 і 6 груп. Розкривні породи переміщують залізничним або автомобільним транспортом на зовнішні або внутрішні відвали. По цій системі можуть розроблятися родовища будь-якого типу (горизонтальні, похилі, крутопадаючі, глибинні і нагірні) з різними умовами залягання, при гірських породах будь-якої міцності. При розміщенні розкривних порід на зовнішніх відвалах випередження розкривних робіт значне.

7 група. Розкривні породи транспортують стрічковими конвеєрами на внутрішні або зовнішні відвали. Родовища будь-якої форми з будь-яким кутом падіння (від горизонтальних до крутопадаючих), розкривні породи будь-якої міцності – м'які, напівскельні і задалегідь розпушені скельні.

Родовища з горизонтальними або слабонахиленими пластами (до 10°) і з м'якими розкривними породами розробляють екскаваторами безперервної дії (багатоковшовими ланцюговими або роторними). Родовища похилі і круті зі скельними розкривними породами розробляють технікою циклічної дії (механічними лопатами) і комбінації з дробильно-грохотильними установками, що дозволяють задалегідь відокремлювати крупні, нетранспортабельні фракції підірваної скельної породи з метою подрібнення їх в механічних дробарках до кондиційної величини шматків, придатних для транспортування стрічковим конвеєром.

8 група характеризується застосуванням комбінованого транспорту і зовнішніми відвалами. Використовуються при розробці родовищ з великою глибиною залягання, коли на нижніх уступах застосовується автомобільний транспорт, а на верхніх – залізничний або конвеєрний.



9 група.

Потужну товщу порід, що покривають горизонтальні або слабо нахилені пласти, розбивають по вертикалі на дві зони. Нижню зону розробляють по безтранспортній або транспортно-відвальній системі, а верхню – по транспортній (можливо також для її розробки застосування гідромеханізації). Родовище розробляють відразу на повну потужність для можливості розміщення внутрішніх відвалів.

Розріз горизонтальних родовищ на кар'єрні поля. При розробці горизонтальних родовищ із значними запасами корисної копалини, розташованими на великих площах, важливе значення має питання їх розріз на кар'єрні поля, а також встановлення порядку і напрямку переміщення фронту і організації гірничих робіт на окремих кар'єрних полях.

Значні площі і складна конфігурація родовищ обумовлюють необхідність раціонального розміщення збагачувальних комплексів і обґрунтування технологічної схеми транспорту корисної копалини, оскільки порядок розробки кар'єрних полів, напрям розвитку гірничих робіт і прийнятий спосіб розрізу повинні забезпечувати мінімальні відстані транспортування корисної копалини до збагачувальної фабрики. На показники роботи транспортування корисної копалини впливають тип, місце залягання і параметри похилих виїзних (капітальних або тимчасових) і розрізних траншей.

Великі родовища із значним поширенням корисної копалини за площею розробляються кількома кар'єрними полями, що граничать між собою (суміжні). Залежно від потреби в сировині і виробничій потужності комбінату родовище може розроблятися послідовно одним або одночасно двома і більше дотичними (суміжними) кар'єрами.

Переміщення фронту гірничих робіт. Переміщення фронту розкривних і видобувних робіт може бути паралельним, віяльним і змішаним (рис. 2.1).

Паралельне переміщення фронту досягається при відробітку уступів паралельними заходками з постійною шириною по всій довжині (рис. 2.1, а). Майданчики уступів при цьому мають форму прямокутника, що є перевагою даного способу, оскільки при постійній ширині заходки спрощується



ведення буропідричних екскаваторних і шляхових робіт. Недолік паралельного переміщення: необхідність систематичного перенесення криволінійної частини залізничних колій.

Віальне переміщення фронту робіт досягається відробіткою майданчиків трикутної форми (рис. 2.1, б). Кожен з них розробляється заходками постійної ширини, при виконанні різного об'єму робіт на окремих ділянках фронту у разі використання багатоковшових ланцюгових екскаваторів і у разі використання роторних екскаваторів з конвеєрним транспортом - заходками із змінною шириною. Поворот шляхів на робочі горизонти здійснюється в постійному пункті, завдяки чому виключається пересування криволінійних ділянок. Це є основною перевагою способу. Недолік - змінна ширина заходок. Пересування шляхів ведуть услід за просуванням вибою на відпрацьованій ділянці.

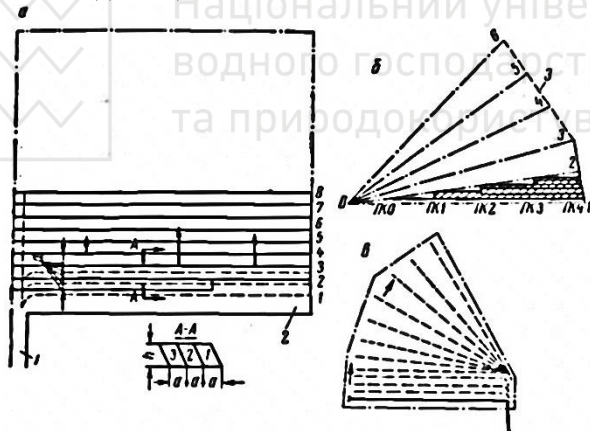


Рис. 2.1. Схема переміщення фронту робіт в кар'єрі:
1 – виїзна траншея; 2 – розрізна траншея; 3 – границя кар'єрного поля

Віальне переміщення фронту робіт частіше застосовують при роботі ланцюгових багатоковшових екскаваторів і транспортно-відвальних мостів, коли на робочих майданчиках є кілька залізничних колій, перенесення яких на криволінійних ділянках складне і трудомістке. Наявність постійного пункту примикання шляхів при віяловому способі дозволяє зручно



розташовувати промислові споруди: тягову підстанцію, центральний водозбірник, обгінні пункти для залізничних складів, диспетчерські пристрої, майстерні і так далі.

Розкриті запаси корисної копалини при віяльному переміщенні фронту, у разі однакової ширини майданчиків в торці кар'єру і однакової довжині фронту робіт, в порівнянні з паралельним посуванням вибоїв скорочуються в 2 рази.

Змішане переміщення фронту робіт представляє комбінацію паралельного і віяльного (рис. 2.1, в). При цьому кар'єрне поле розбивають на ділянки, одну частину яких розробляють з паралельним посуванням фронту робіт, а іншу – з віяльним. По такій схемі частіше відпрацьовують кар'єрні поля з неправильною конфігурацією в плані. Розглянуті види переміщення фронту робіт застосовують також і на відвалах.

Розріз горизонтальних родовищ на кар'єрні поля. Розріз кар'єрів, встановлення черговості їх розрізу і відробітку, а також вибір місця в розпорядженні збагачувальної фабрики метод варіантів не можна вважати раціональним, оскільки при цьому неможливо стверджувати, що в число порівнюваних варіантів включений оптимальний. Раціональна схема розрізу родовищ значної площі і складної конфігурації на кар'єрні поля і встановлення порядку і напрямку їх розробки повинні бути засновані на комплексному вирішенні наступних основних питань: визначення промислових запасів в контурах родовища; встановлення меж кар'єрних полів по заданих параметрах (довжина і ширина кар'єрного поля, промислові запаси, якість корисної копалини); визначення об'ємів розкривних порід в контурах кар'єрних полів; визначення поточних середніх коефіцієнтів розкривних порід і встановлення меж кар'єрного поля; оцінка кар'єрних доль по якісній характеристиці початкової і збагаченої корисної копалини і виходу концентрату вибір місця розташування збагачувальної фабрики з врахуванням раціональної схеми і відстаней транспортування корисної копалини.

Послідовність відробітку кар'єрних полів. Для систем розробки із застосуванням комплексів машин безперервної дії з роторними екскаваторами відробіток кар'єрних полів найбільш



ефективний при паралельному переміщенні фронту робіт [28]. Великі родовища із значним розповсюдженням площі відпрацьовують кількома кар'єрними полями, що граничать між собою. В даний час в практиці проектування для відробітку кожного з цих полів передбачається проходка капітальних і розрізних траншей. Це викликає необхідність виконувати значні об'єми гірничокапітальних робіт і вимагає великих капітальних вкладень на їх виконання. Тому необхідно знайти шляхи зменшення об'ємів гірничокапітальних робіт в масштабах розробки всього родовища на основі встановлення найбільш раціональних способів розтину і порядку відробітку суміжних кар'єрних полів.

В принципі раціональний спосіб розрізу і порядок відробітку родовищ можуть полягати в наступному.

Після відробітку першого кар'єрного поля до його проектних контурів залишається виїзна траншея і вироблений простір, використаний надалі для розміщення розкривних порід від проходки розрізної траншеї для відробітку суміжного кар'єрного поля. Цю розрізну траншею (надалі називатимемо її допоміжною розрізною траншеєю або виробленим простором для забезпечення відробітку суміжного кар'єрного поля) проходять розширенням виїзний траншей (з боку кінцевого контура першого кар'єру) до проектних контурів розрізної траншеї. Довжина допоміжної розрізної траншеї відповідає встановленій довжині фронту робіт суміжного кар'єру. Потім відпрацьовують цей кар'єр, причому корисну копалину видають через виїзну траншею першого кар'єру. Таким чином, при відробітку другого кар'єрного поля фронт робіт переміщатиметься під кутом 90° щодо напрямку фронту робіт першого кар'єрного поля. Після відробітку другого кар'єрного поля в аналогічній послідовності ведуть розробку подальших кар'єрних полів, змінюючи напрям фронту робіт кожного подальшого кар'єрного поля на кут 90° щодо напрямку попереднього кар'єрного поля.

Важливим питанням розробки крупних родовищ при паралельному переміщенні фронту робіт по пропонованому порядку відробітку кар'єрних полів є організація переходу на



відробіток суміжного кар'єру. Це викликано тим, що для забезпечення безперервності робіт видобутку в перехідний період суміжне кар'єрне поле слід підготувати до експлуатації за короткий строк, максимально використавши в часі розкривне гірничотранспортне устаткування.

Загальна організація гірничопідготовчих і розкривних робіт при переході на відробіток суміжного кар'єрного поля.

Кар'єрне поле, намічене до першочергової розробки розкривають капітальною і розрізною траншеями і відпрацьовують по комбінованій системі розробки із залишенням виїзної траншеї для видачі корисної копалини, причому виїзну траншею залишають з боку суміжного кар'єрного поля. Після повного відробітку цього кар'єрного поля залишається вироблений простір між укосом внутрішнього відвала і бортом кар'єру, використаний для розміщення розкривних порід при підготовці суміжного кар'єрного поля до експлуатації.

В процесі розробки першого кар'єру створюють робочий майданчик, необхідний для забезпечення нормальної роботи транспортного комплексу машин по проходці допоміжної розрізної траншеї по передовому уступу і для відробітку цього уступу на суміжному кар'єрі. Довжина цього майданчика рівна довжині фронту робіт по передовому уступу суміжного кар'єру. Ширина майданчика, який приймають рівній сумі ширини екскаваторної заходки і ширині транспортної берми, а також бермі безпеки, складає 60...80 м. Прийнята ширина майданчика дозволяє транспортно-відвальному комплексу машин безперервної дії безперешкодно проходити допоміжну розрізну траншею по основному уступу одночасно з проходкою розрізної траншеї по передовому уступу.

Транспортно-відвальним комплексом після відробітку першого кар'єру проходять допоміжну розрізну траншею по основному уступу другого кар'єру. Спочатку на ділянці 300...350 м цей комплекс працює за транспортно-відвальною схемою з відсипанням розкривних порід у вироблений простір. Надалі порода на конвеєрну лінію відвалоутворювачем ОШ-4500/90 розміщується у відвалі.



В період проведення допоміжної розрізної траншеї прийнята технологія робіт не дозволяє повністю провести відсіпання нижнього ярусу відвалів без демонтажу відвального конвеєра, встановленого уздовж виробленого простору. Демонтований відвальний конвеєр встановлюється на нижньому ярусі відвалів, а торець - на майданчику передового уступу для відрізок суміжного кар'єру.

Відвалоутворювачем ОШ-1500/90 відсіпляється нижній ярус відвала при зніманні ґрунту безпосередньо з відвального конвеєра. Після проходки допоміжної розрізної траншеї по основному уступу відвалоутворювач ОШ-4500/90 перегониться на майданчик нижнього ярусу відвала для забезпечення відрітку передового уступу суміжного кар'єру (рис. 2.2). Конвеєрні лінії, встановлені на відвалі основного уступу уздовж виїзної траншеї, можна демонтувати і вмонтовувати на першому ярусі відвалів в період відрітку суміжного кар'єрного поля.

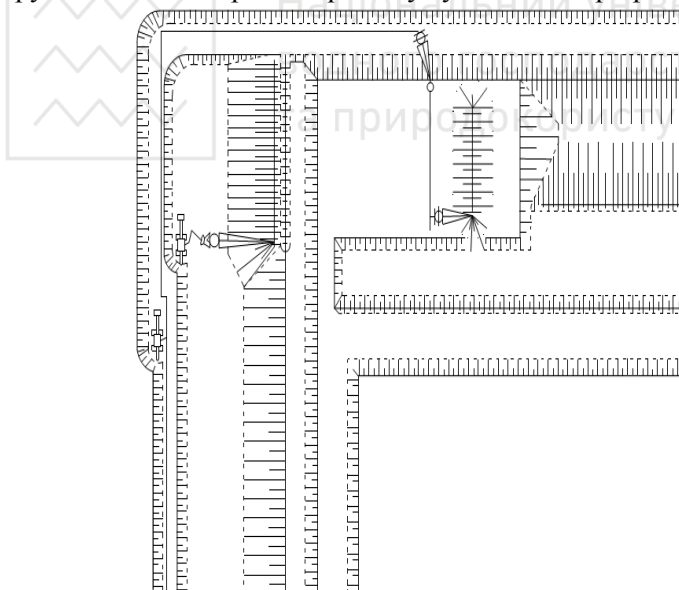


Рис. 2.2. Стан гірничих робіт на початок відпрацювання суміжного кар'єру

Сумісна розробка суміжних кар'єрних полів.
Розповсюдження корисної копалини на великих площах



обумовлює необхідність відробітку родовищ кількома суміжними кар'єрними полями, що граничать між собою. Для виробництва великих об'ємів розкривних робіт широкого поширення набули комбіновані системи розробки із застосуванням потужного устаткування безперервної і циклічної дії. Як правило, нижній (основний) уступ відпрацьовується по безтранспортній або транспортно-відвальній системі, передові уступи - по транспортній системі із застосуванням екскаваторів безперервної дії і стрічкових конвеєрів, що розташовуються по контурах кар'єрів. При цьому поперечні конвеєри на передових уступах суміжних кар'єрів розташовуються на їх загальній межі або в протилежних торцях.

Порядок і напрям розвитку гірничих робіт при розробці суміжних кар'єрних полів зумовлюються: гірничотехнічними умовами; системою розробки; об'ємом гірничокапітальних робіт; вмістом корисних і шкідливих компонентів в початковій і збагаченій руді; середньорічними об'ємами розкривних порід; способом переміщення фронту робіт і так далі.

Будівництво і експлуатація суміжних кар'єрів може здійснюватися одночасно або в певній черговості, з переміщенням фронту робіт на кар'єрах в одному або в зустрічних напрямках (рис. 2.3).

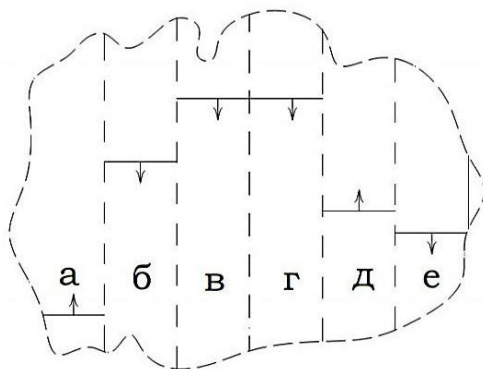


Рис. 2.3. Напрямок і порядок розвитку гірничих робіт на суміжних кар'єрних полях

При вирішенні питання про взаємозв'язок розкривних і добувних робіт при розробці суміжних кар'єрних полів а, б, в, з,



д, е, після встановлення порядку і напрямку розвитку гірничих робіт на кожному з них, можливі наступні варіанти:

1. Розробка суміжних кар'єрних полів при переміщенні фронту гірничих робіт на кар'єрах в одному напрямі: при одночасному будівництві і експлуатації кар'єрів; при почерговому будівництві і експлуатації кар'єрів; при зміні черговості експлуатації діючих кар'єрів.

2. Розробка суміжних кар'єрних полів при зустрічному напрямі переміщення фронту робіт.

При одночасному і почерговому будівництві і введенні в експлуатацію групи суміжних кар'єрів, з переміщенням фронту гірничих робіт в одному напрямі, можливі наступні технологічні схеми розташування конвеєрів торців (рис. 2.4). Схема припускає розміщення двох конвеєрів торців на суміжній межі кар'єрних полів при розрізі кар'єрів фланговими виїзними траншеями. Схема, показана на рис. 2.4, б, припускає розміщення одного з конвеєрів торців та суміжній межі кар'єрних полів і одного на фланзі кар'єру.

При цьому кожне кар'єрне поле розкривається виїзною траншеєю флангового розташування. Схема, показана на рис. 2.4, в, припускає розміщення поперечних конвеєрів в торцях кар'єрів протилежних їх суміжній межі. При цьому кар'єрні поля розкриваються загальною виїзною траншеєю.

Розташування поперечних конвеєрів в суміжних торцях кар'єрів при одночасній експлуатації двох або більше за кар'єрів і переміщенні фронту робіт в одному напрямі викликає значні технологічні і організаційні труднощі і втрати корисної копалини в цілику під поперечними конвеєрами.

При освоєнні суміжних кар'єрних полів в певний період часу з'являється необхідність в інтенсифікації гірничих робіт на одному з них, що є наслідком зміни якості і потужності корисної копалини, попиту на продукцію, а також застосування продуктивнішого розкривного устаткування. Істотні утруднення при цьому виникають при інтенсифікації гірничих робіт на кар'єрі другої черги, виражені в збільшенні його річного посування і необхідності обгону кар'єру першої черги. Це зв'язано з необхідністю залишення на межі суміжних



кар'єрів рудного цілика значної протяжності для розміщення поперечних конвеєрів.

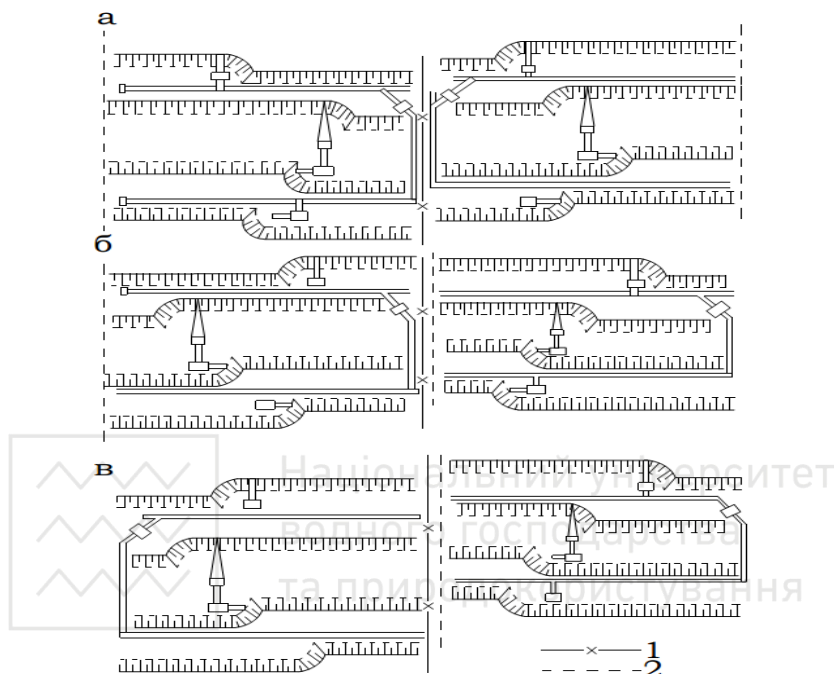


Рис. 2.4. Технологічні схеми розміщення торцевих конвеєрів при розробці суміжних кар'єрних полів:

1 – границя кар'єрного поля; 2 – вісь виїзної траншеї

Для умов марганцевих родовищ при даній схемі відробітку суміжних кар'єрних полів залишається цілик руди шириною 200-250 м і більше. Втрати руди в надрах складають 550-700 тис. т, або 6-8 % і більше за запаси двох кар'єрних полів. Повний обгін одного кар'єру іншим може бути здійснений протягом 10-20 років. Подальше вилучення цілика руди зв'язане із значними труднощами і вимагає запозичення додаткового гірничотранспортного устаткування.

Технологія розробки суміжних кар'єрних полів при зустрічному напрямі переміщення фронту їх робіт



ускладнюється тільки в період зіткнення гірничих виробок кар'єрів, які розробляють суміжні поля.

Величина посування фронту робіт кожного з кар'єрів не впливає на параметри цілика корисної копалини у межах кар'єрних полів. Втрати корисної копалини в цілику при зустрічному переміщенні фронтів робіт кар'єрів складають близько 0,06...0,1 % загальних запасів руди в межах двох кар'єрних полів. Слід зазначити, що у момент зіткнення гірничих виробок при зустрічному переміщенні фронтів робіт суміжних кар'єрів і розташуванні одного або двох конвеєрів торців на їх загальній межі, разминовка кар'єрів можлива тільки за умови здійснення вантажотransпортного зв'язку горизонтів видобутку з поверхнею по ковзаючих з'їздах. Аналіз різних варіантів технології гірничих робіт на суміжних кар'єрах по об'ємах втрат корисної копалини в надрах показує, що найбільш раціональні наступні варіанти: почергова розробка суміжних кар'єрів при розвитку гірничих робіт в одному напрямі; розвиток гірничих робіт в зустрічному напрямі.

2.2. Поняття про безтранспортні системи розробки

Горизонтальні і пологі родовища корисних копалин розробляють зазвичай по безтранспортній системі із застосуванням потужних екскаваторів (механічні лопати і драглайни). Як основне розкривне устаткування при цій системі застосовують драглайни і механічні лопати. Залежно від порядку переміщення розкривних порід на внутрішній відвал розрізняють просту і ускладнену безтранспортні системи розробки [5; 8].

При простій безтранспортній системі розробки (рис. 2.5, а) породи розміщуються розкривним екскаватором у виробленому просторі кар'єру за межами транспортного майданчика, що залишається для доставки корисної копалини. Після відробітку розкривної заходки на даній ділянці фронту робіт проводиться виймання корисної копалини. При розрахунку параметрів безтранспортної системи розробки і лінійних розмірів розкривного устаткування виходять з умов рівності розкривної і відвальної заходок 1, 2, 3, 4 і Г, 2', 3', 4'.

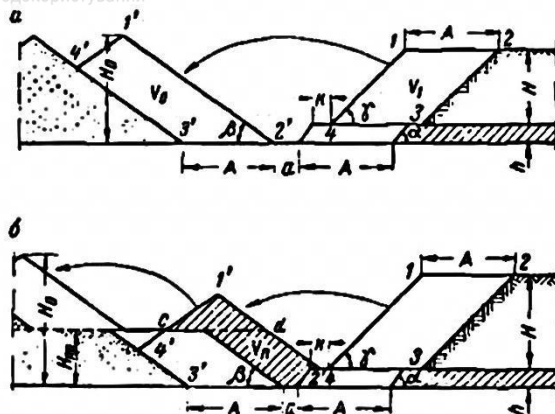


Рис. 2.5. Схеми безтранспортної системи: а – проста; б – ускладнена

Вихід породи з розкривної заходки V_1 і об'єм відвалу V_0 на одиницю довжини фронту робіт визначають за формулами

$$V_1 = k_p A H, \text{ м}^3, \quad (2.1)$$

$$V_0 = H_0 A - 0,25 A^2 \operatorname{tg} \beta, \text{ м}^3, \quad (2.2)$$

де H – висота розкривного уступу, м;

H_0 – висота відвалу, м;

k_p – коефіцієнт розрихлення породи у відвалі;

A – ширина заходки, м;

β – кут відкосу відвалу, град.

Висота відвалу може бути визначена з рівності $V_1 = V_0$ та складе

$$H_0 = H_{кр} + 0,25 A \operatorname{tg} \beta, \text{ м}. \quad (2.3)$$

Граничну висоту відвалу при простій безтранспортній системі визначають лінійними параметрами екскаваторів: максимальною висотою розвантаження H_p і радіусом розвантаження R_p . При роботі механічної лопати або драглайна залежність між робочими параметрами устаткування і параметрами системи встановлюють по формулах



$$H_p \geq k_p H + 0,25 A \operatorname{tg} \beta - h - (H - H_{\epsilon}), \text{ м}, \quad (2.4)$$

$$R_p \geq L_1 + h \operatorname{ctg} \alpha + H_0 \operatorname{ctg} \beta + a, \text{ м}, \quad (2.5)$$

де L_1 – відстань від осі екскаватора до верхньої бровки добувного уступу, м;

H_{ϵ} – висота верхнього підступу при роботі механічної лопати $H_{\epsilon} = H$ (при роботі драглайна $H_{\epsilon} = (0,5 \dots 0,7) H_0$).

Ускладнена безтранспортна, система, розробки характеризується кратною переєкскавацією розкривних порід у виробленому просторі і застосовується при недостатніх параметрах устаткування або при збільшенні потужності розкривних порід (рис. 2.5, б).

При цьому порода не може бути розміщена екскаватором за межами транспортного майданчика у виробленому просторі і частково або повністю підвалює уступ видобутку [15]. Для звільнення уступу видобутку і транспортного майданчика від навалювання породи частина розкривних порід (заштрихована) переєкскавується і укладається в нижній і верхній яруси відвалу.

Об'єм переєкскавації V_n при одному і тому ж устаткуванні зростає із збільшенням потужності розкривних порід, що розробляється, проте ефективність ускладненої безтранспортної системи при різних технологічних схемах залежить не від абсолютного об'єму переєкскавації порід розкривних порід, а від відносного [19].

Відносний об'єм переєкскавації розкривних порід, тобто переєкскавований об'єм, що припадає на одиницю об'єму породи в межах розкривної заходки, називається коефіцієнтом переєкскавації і виражається формулою

$$k_n = \frac{V_n}{V_1 k_p}. \quad (2.6)$$

Звичайно коефіцієнт переєкскавації менше одиниці. В окремих випадках порода на відвалі піддається переєкскавації кілька разів (при $k_n > 1$). Коефіцієнт переєкскавації має певну межу економічної доцільності і визначається зіставленням з



вартістю транспортування породи у внутрішні відвали по формулі

$$C_m \geq C_o (1 + k_n), \text{ грн} \quad (2.7)$$

де C_m , C_o – собівартість розробки 1 м³ розкривних порід відповідно до транспортної і безтранспортної систем, грн.

Застосування ускладнених безтранспортних схем дозволяє розширити область застосування безтранспортної системи з вищою ефективністю. Встановлення раціональних параметрів системи розробки з переєкскавацією породи на відвалах для конкретних умов проводиться графічним або розрахунковим методом.

Технологічні схеми безтранспортної системи відрізняються залежно від типу розкривних екскаваторів, схем їх розміщення на уступі або відвалі і порядку відробітку розкривної заходки. Для створення загальних методик визначення оптимальних параметрів безтранспортної системи доцільно всі технологічні схеми класифікувати на три групи за загальною ознакою – місцем установки екскаваторів (рис. 2.6).

Методика визначення раціональних параметрів системи розробки заснована на дотриманні основного положення – об'єм розкривних порід заходки повинен бути розміщений по фронту робіт у виробленому просторі. Протяжність фронту робіт по розкривних породах часто перевищує довжину відвального фронту ($L > L_o$), що викликане створенням виїзних траншей або з'їздів для вантажотранспортного зв'язку горизонту видобутку з поверхнею. Це примушує зменшити висоту розкривного уступу по всьому фронту, збільшити коефіцієнт переєкскавації на ділянках розміщення виїзних траншей або застосовувати спеціальні методи для відробітку ділянок торців.

В даний час немає єдиних рекомендацій за раціональним способом і схемою відробітку ділянок торців при безтранспортних системах розробки. У всіх випадках параметри системи і організації роботи устаткування на основній ділянці фронту робіт і в торці кар'єру різні.

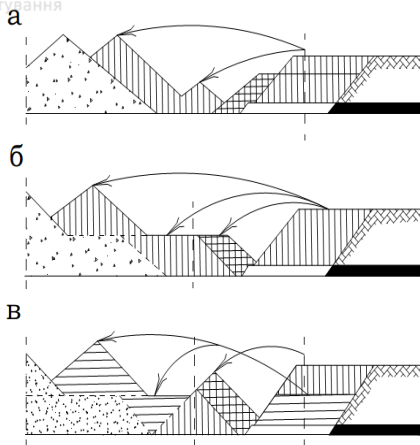


Рис. 2.6. Схеми ускладненої безтранспортної системи:
а – екскаватор встановлений на розкривному уступі; б – екскаватор
встановлений на передвідвалі; в – екскаватор встановлений на
розкривному уступі

Безтранспортна система розробки при установці екскаваторів на розкривному уступі. При невеликій потужності розкривних порід на горизонтальних родовищах і сприятливих гідрогеологічних умовах застосовують безтранспортну систему розробки з установкою одного екскаватора-драглайна на розкривному уступі (рис. 2.7).

Необхідність переекскавації породи при даній схемі визначається лінійними розмірами екскаватора і гірничотехнічними умовами родовища. При даній схемі частина уступу попереду екскаватора відпрацьовується верхнім черпанням з розміщенням породи в передвідвал, що примикає безпосередньо до укосу розкривного уступу і частково в основний відвал. Нижня частина уступу відпрацьовується нижнім черпанням і разом з породою переекскавованого передвідвалу розміщується в основному відвалі. Основним завданням при безтранспортній системі розробки є встановлення раціональних параметрів технологічної схеми, що забезпечують мінімальні об'єми переекскавації і, як наслідок,



максимальну виробничу потужність кар'єру по корисній копалині.

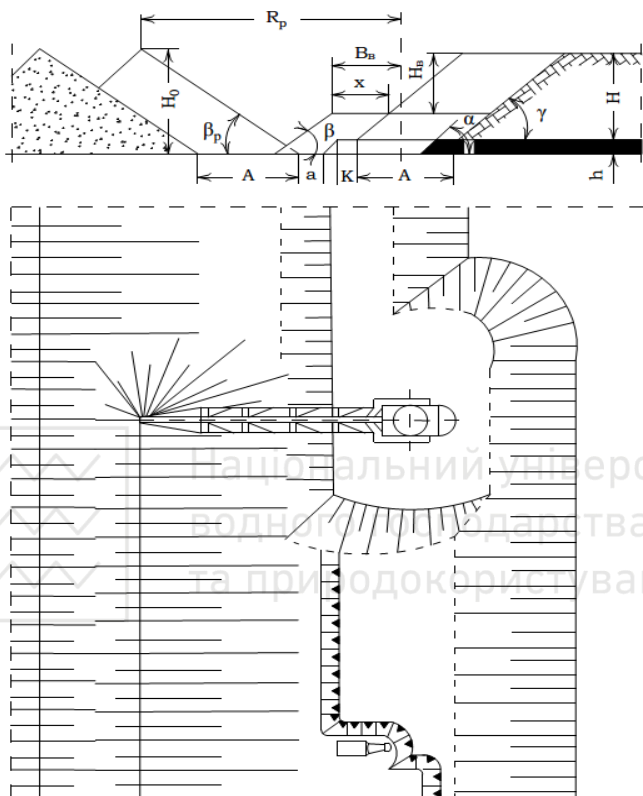


Рис. 2.7. Ускладнена безтранспортна система при установці драглайна на розкривному уступі

Безтранспортна система розробки при установці екскаваторів на передвідвалі. Безтранспортна система розробки при установці екскаваторів на передвідвалі (рис. 2.8) передбачає роботу екскаватора верхнім черпанням при екскавації верхньої частини розкривної заходки з укладанням породи в тимчасовий передвідвал для облаштування робочого майданчика і частково в другий ярус відвала. Після відсипання робочого майданчика драглайн екскавує породу нижньої



частини заходки 1 з тимчасового відвалу, розміщуючи її в другий ярус.

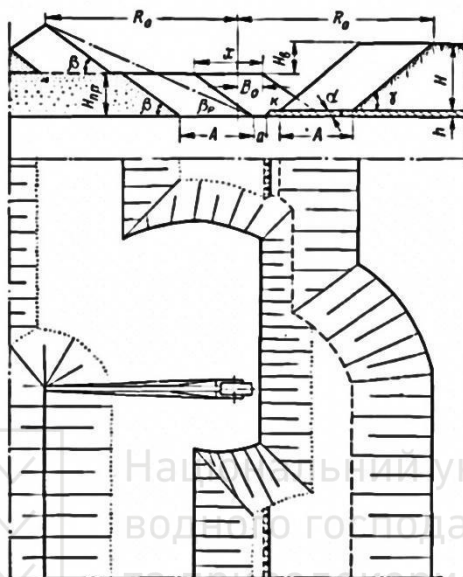


Рис. 2.8. Ускладнена безтранспортна система при встановленні драглайна на тимчасовому відвалі

Особливістю схеми є жорсткий взаємозв'язок лінійних розмірів екскаваторів з параметрами відпрацьованого розкривного уступу. Тому дану систему розробки з встановленням драглайна на тимчасовому відвалі застосовують в гірничотехнічних умовах, які характеризуються високою стійкістю розкривних порід в цілику (до $45...50^\circ$) і у відвалах (до $26...35^\circ$).

Безтранспортна система розробки при встановленні екскаваторів на розкривному уступі і передвідвалі. Для розробки горизонтальних родовищ з великою товщею м'яких розкривних порід, які визначають мале значення кутів відкосів відвалів і розкривних уступів, застосовують обладнання з великими лінійними параметрами, при установці екскаваторів одночасно на розкривному уступі і передвідвалі (рис. 2.9). При



даних технологічній схемі одночасно можуть працювати два і більше екскаваторів, механічні лопати і драглайни [16].

Один екскаватор, рідше два (механічна лопата або драглайн), встановлені на робочому майданчику розкривного уступу, розробляють його верхню частину і вкладають породу в нижній ярус відвала (первинний відвал).

Порода з нижньої частини розкривного уступу переміщається безпосередньо у вторинний відвал одним або двома екскаваторами, що розташовуються на передвідвалі, разом з об'ємами переекскавованої породи з первинного відвала, розташованого зовні контура відвальної заходки.

Визначення параметрів ускладненої безтранспортної системи розробки зводиться до раціонального розподілу об'ємів розкривних порід між екскаваторами, що працюють в одній технологічній схемі. Висота розкривного уступу до 40 м, потужність пласта корисної копалини до 20 м. Параметри ускладненої безтранспортної системи розробки визначають по аналітичних виразах, що відображають технологічний процес (рис. 2.9) і складну взаємозалежність параметрів системи, лінійних розмірів і продуктивності устаткування.

Для найчастіше гірничотехнічних умов, що зустрічаються на практиці, створена спрощена методика розрахунку параметрів ускладненої системи при роботі двох екскаваторів в одній технологічній схемі. Основною умовою при складанні методики є отримання розрахункових параметрів схеми, що забезпечують максимальне завантаження устаткування по продуктивності і лінійним параметрам (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Діапазони зміни гірничотехнічних умов родовищ, типових для застосування ускладненої безтранспортної системи розробки

Висота розкривного уступу, м	20...40
Ширина розкривної заходки, м	25...50
Висота передвідвалу, м	10...25
Потужність видобувного уступу, м	1...10
Площадка, залишена на ґрунті виробленого простору, м	0...5
Кут відкосу розкривного уступу, град	35...45
Кут відкосу відвалу, град	30...40
Кут відкосу видобувного уступу, град	40...60

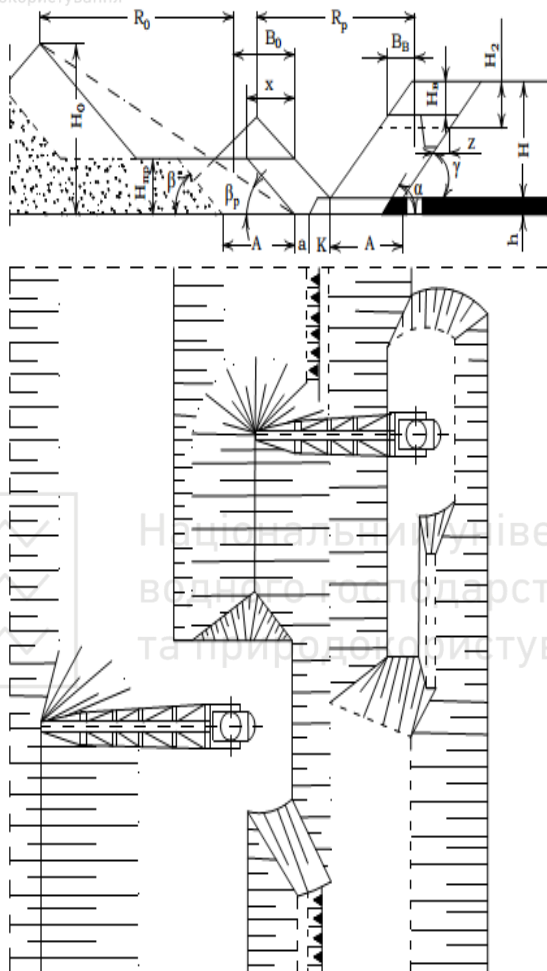


Рис. 2.9. Ускладнена безтранспортна система при установці екскаваторів на розкривному уступі і передвідвалі

Область застосування безтранспортної системи розробки. Відмінність розглянутих технологічних схем ускладненої безтранспортної системи по типорозмірах устаткування, місцю їх установки і числу одночасно вживаних в схемах машин ускладнює їх порівняльну оцінку. Конструктивні



і технологічні особливості механічних лопат на відміну від драглайнів перешкоджають можливості їх застосування на передвідвалі. Тому порівняння різних технологічних схем проводять таким чином: схеми із застосуванням драглайнів слід розглядати при установці устаткування на розкривному уступі, на передвідвалі і одночасно на розкривному уступі і передвідвалі; схеми із застосуванням механічних лопат і драглайнів розглядають тільки при установці устаткування на розкривному уступі (механічних лопат) і передвідвалі (драглайнів).

Рациональні параметри системи розробки для різних технологічних схем у разі застосування драглайнів визначаються по представлених вище методиках з умови забезпечення мінімальних об'ємів переєкспації при максимальному використанні устаткування по лінійних параметрах і продуктивності. Крім порівняння технологічних схем по коефіцієнту переєкспації, важливим чинником є забезпечення мінімального кута укосу внутрішнього відвала.

Для даних схем кут укосу відвалу зростає із збільшенням потужності розкривних порід. В той же час із збільшенням висоти відвалів для забезпечення їх стійкості необхідно знижувати величину допустимого кута укосу, що обумовлює наявність об'єктивних технологічних меж застосування схеми.

У табл. 2.2 наведені технологічні межі застосування безтранспортної системи розробки при роботі драглайнів для гірничотехнічних умов Нікопольського марганцевого басейну. Потужність пласта корисної копалини складає 2 м.

Таблиця 2.2

Технологічні межі застосування безтранспортної системи
розробки при роботі драглайнів

Схеми при установці обладнання	Тип драглайну		
	ЕШ-10/70	ЕШ-15/90	ЕШ-50/125
На розкривному уступі, м	15-17	20-22	31-33
На передвідвалі, м	22-24	27-29	35-39
На розкривному уступі і передвідвалі, м	27-28	31-33	39-42



Технологічні межі застосування безтранспортної системи розробки при різнотипному обладнанні наведені в табл. 2.3.

Порівняння наведених вище значень максимальної висоти розкривного уступу при роботі механічних лопат і драглайнів показує, що технологічні межі різних схем залежать від параметрів драглайнів, що розташовуються на передвідвалі. Дані технологічні межі по потужності розкривних порід, що розробляються, справедливі при переміщенні устаткування по одній осі уздовж фронту робіт кар'єру. На практиці для зниження результуючого кута укосу відвала часто застосовують схеми роботи устаткування із зсувом осей руху екскаваторів на передвідвалі при відробітку однієї заходки.

Таблиця 2.3

Технологічні межі застосування безтранспортної системи

Обладнання				Потужність відпрацьованих розкривних порід
На розкривному уступі		На передвідвалі		
Модель механічної лопати	Число	Модель драглайна	Число	
ЕВГ-6	1	ЕШ-10/70	2	25,0
		ЕШ-15/90	2	28,5
ЕВГ-15	1	ЕШ-15/90	2	28,0
		ЕШ-25/100	2	30,8
ЕВГ-3565	1	ЕШ-25/100	2	33,2
		ЕШ-50/125	2	36,8

Розширити область застосування безтранспортної системи розробки можливо при відпрацюванні заходки при переміщенні екскаватора, що розташовується на передвідвалі по двох паралельних трасах (рис. 2.10) та застосуванні допоміжного драглайна, для переєкскавації порід у відвалі (рис. 2.11).

Організація розкривних і видобувних робіт. Основним устаткуванням є розкривний екскаватор, до якого підбирають відповідний видобувний, а при ускладнених схемах і драглайн для переєкскавації. Роботи при безтранспортній системі можливі з одним або кількома комплектами машин. Загальний фронт кар'єру ділиться на блоки, кожен з яких є самостійною ділянкою і повинен бути забезпечений окремим виїздом.

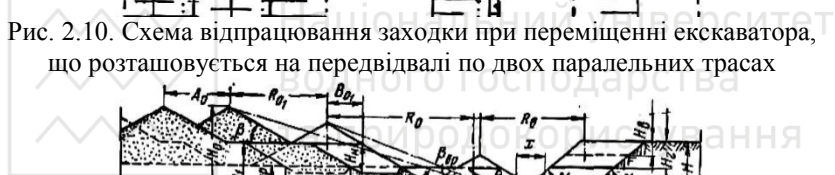
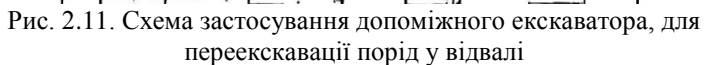


Рис. 2.10. Схема відпрацювання заходки при переміщенні екскаватора, що розташовується на передвідвалі по двох паралельних трасах





Можливі кілька варіантів організації робіт на кар'єрах при безтранспортній системі.

1. Одним блоком з одним виїздом (рис. 2.12, а). Розкривний екскаватор йде перед видобуванням з випередженням, величина якого регламентується умовами безпеки. Робота проводиться з обов'язковим холостим ходом екскаваторів.

2. Одним блоком з двома виїздами (рис. 2.12, б, в). Робочий хід розкривного і видобувного екскаваторів здійснюється в обох напрямках, але після закінчення відробітку чергової заходки має місце простій екскаваторів. Розробка корисної копалини при цьому може проводитися по двох схемах: видобувний екскаватор йде за розкривним (рис. 2.12, б); видобувний екскаватор йде попереду розкривного (рис. 2.12, в).

Розглянуті варіанти застосовні при розробці родовищ по простій і по ускладненій безтранспортним системам. Після відпрацювання кожної заходки обидва екскаватори переводять вхолосту в початкове положення.

3. Двома блоками з одним центральним виїздом (рис. 2.12, г). Виїзна траншея по фронту ділить кар'єр на два блоки, в яких по черзі здійснюється розкривні роботи і видобуток.

Розкривний екскаватор здійснює робочий хід від центрального виїзду до флангів кар'єрного поля, повертаючись холостим ходом після відробітку розкривної заходки на одному крилі кар'єру в початкове положення (до центрального виїзду) з тим, щоб перейти для відробітку заходки в другий блок. При роботі на розкривних породах механічна лопата переміщається по розкритій заходці корисної копалини. Видобувний екскаватор розробляє розкриту смугу корисної копалини двома заходками, працюючи в обох напрямках. Готові до виїмки запаси корисної копалини визначаються підготовленою його смугою на повну довжину одного блоку. Даний варіант найбільш прийнятний при простій безтранспортній системі розробки; при ускладненій системі драглайн, зайнятий на переєкскавації, у момент переходу через траншею повинен тимчасово засипати її породою. Загальна довжина фронту робіт для потужних машин при цій схемі рекомендується не менше 2000 м.



4. Двома блоками з двома фланговими виїздами (рис. 2.12, д). При цьому варіанті кар'єрне поле розбивають на два крила, в яких змінно ведуть розкривні і видобувні роботи. Розкривний екскаватор має робочий хід в одному напрямі – від центру до флангів (до виїздів) і холостий хід – у зворотному напрямі. Видобувний екскаватор має робочий хід в прямому і зворотному напрямках. Цей варіант при простій і ускладненій безтранспортних системах розробки вимагає загальної довжини фронту не менше 2000 м.

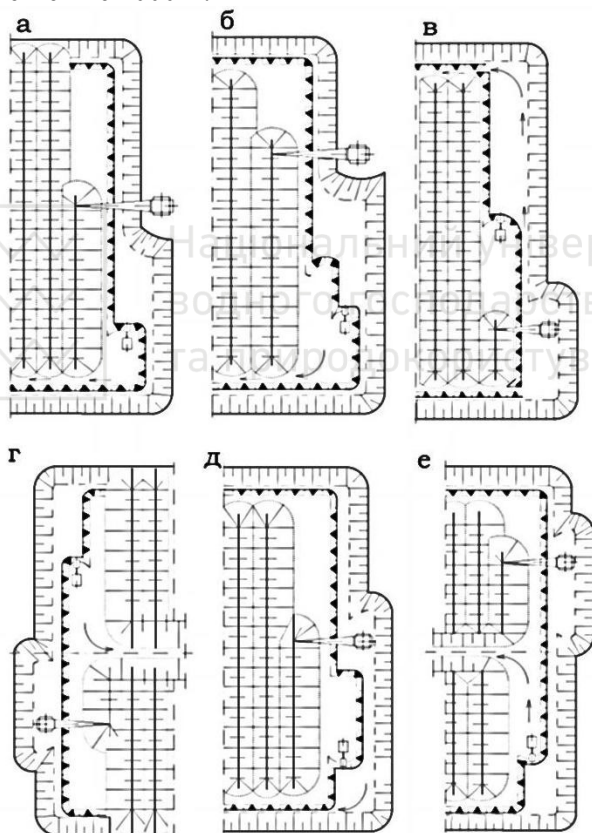


Рис. 2.12. Схеми організації розкривних і видобувних робіт при безтранспортній системі розробки

5. Двома блоками з трьома виїздами (два флангових і один центральний). Цей варіант передбачає поточкового



руху транспорту (рис. 2.12, е) і тому особливо зручний при автомобільному транспорті. Видобувний екскаватор має робочий хід в прямому і зворотному напрямках; розкривний екскаватор від центру кар'єрного поля до флангів рухається робочим ходом і від флангів до центру – холостим. Загальна довжина фронту робіт повинна бути не менше 2000 м.

З розглянутих варіантів організації робіт переважні ті, при яких можлива незалежна робота розкривних і видобувних машин. Видобуток корисної копалини, що випереджує роботу розкривного екскаватора, має переваги завдяки наявності великого об'єму підготовлених запасів.

Варіант розробки кар'єру одним блоком слід приймати, тільки якщо загальна довжина фронту робіт недостатня для ділення його на два блоки. Розробку корисної копалини при безтранспортних системах розробки переважно проводити одним уступом на повну потужність, хоча не виключена можливість поділу пласта на два уступи або підуступи.

Максимальна висота видобувного уступу по корисній копалині обмежується величиною 30 м за умови ведення вибухових робіт [20; 30]. При їх відсутності висота уступу обмежується робочими параметрами екскаватора.

У табл. 2.4 наведені граничні значення висоти видобувних уступів.

Таблиця 2.4

Граничні значення висоти добувних уступів

Екскаватор на видобутку	Висота черпання, м	Висота навантаження, м	Висота видобувного уступу, м	
			при нижньому навантажен- ні	при верхньому навантажен- ні
ЕКГ-4	10,0	6,6	10-12	3,0
ЕКГ-8	13,0	8,4	13-15	5,0
ЕВГ-4	20,9	16,0	–	12,5
ЕВГ-6	26,8	22,2	–	18,5

При розробці скельних порід із застосуванням вибухових робіт ширина заходки узгоджується з умовами раціонального їх



ведення. Для безтранспортних систем розробки характерна жорстка залежність між розкривними і видобувними роботами, що виявляється в можливості створення підготовлених запасів тільки по довжині фронту робіт на ширину не більше за одну розкривну заходку [30].

За наявності в кар'єрі одного блоку з розташуванням видобувного екскаватора позаду розкривного (рис. 2.12, а) випередження повинне бути мінімальним з метою скорочення простой екскаваторів при закінченні робіт в заходці. Випередження не повинне бути менше величин, вказаних в Правилах безпеки [33].

За наявності в кар'єрі двох блоків з двома виїздами (рис. 2.12, б) випередження може бути великим за умови перегону розкривного екскаватора вхолосту в початкове положення. Якщо в кар'єрі є два блоки, в кожному з яких змінно працюють розкривний і добувний екскаватори (рис. 2.12, г, д), випередження складає половину загальної довжини фронту робіт. Наявність двох виїздів з кар'єру (рис. 2.12, б) забезпечує випередження на всю довжину фронту без необхідної відстані між розкривними і видобувним екскаваторами.

Планування і управління розкривними роботами при безтранспортній системі розробки. Планування і управління розкривними роботами в процесі відпрацювання заходки при безтранспортній системі здійснюється по паспортах ведення гірничих робіт. Згідно паспортам призначають параметри системи і проводять поділ розкривних об'ємів між окремими екскаваторами. Контроль за їх роботою в процесі відпрацювання заходки здійснюється маркшейдерською службою з періодичністю 10...15 діб. Така організація контролю за роботою устаткування не забезпечує досягнення максимальної ефективності безтранспортної системи розробки внаслідок великих відхилень фактичних параметрів від розрахункових. Це пояснюється впливом великого числа чинників, які можна об'єднати в три основні групи: гірничотехнічні, технологічні і організаційні [30].

Гірничотехнічні чинники включають зміни в технологічній схемі, обумовлені фізико-механічними



властивостями і структурою залягання рудного пласта і розкривних порід, стійкістю порід уступу і у відвалах, обвальними явищами і т.д. До технологічних чинників відносяться зміни параметрів системи розробки і поділу об'ємів робіт між окремими екскаваторами, обумовлені вирівнюванням фронту робіт в кар'єрі, коректуванням виробничої потужності підприємства, розподілом відміток робочих майданчиків розкривних уступів, істотною зміною технологічної схеми роботи устаткування при відпрацюванні тупикових ділянок фронту робіт кар'єру і т.д. До організаційних чинників слід віднести вплив планово-запобіжних і аварійних ремонтів устаткування, характеру планування, обліку і контролю за роботою устаткування, кваліфікації обслуговуючого персоналу.

При періодичності контролю 10...15 діб паспорти гірничих робіт, що враховують зміну параметрів системи і розподіл об'ємів робіт між окремими машинами, повинні складатися на основі вказаних вище методик за визначенням раціональних параметрів безтранспортної системи розробки при різних технологічних схемах.

Кероване обвалення розкривних порід при безтранспортній системі розробки. Способи керованого обвалення уступів в гірничій практиці поки не знайшли застосування при розробці м'яких розкривних порід. На відміну від способів розробки, що застосовуються, коли гірські породи відділяються від масиву по всій висоті уступу, що розробляється, при керованому обваленні проводиться підробка основи уступу для створення критичного напруженого стану, що забезпечує відділення підробленої маси гірських порід під силою власної ваги.

При безтранспортній системі розробки ефект обвалення може бути використаний для зсуву гірської маси до відвалів (рис. 2.13).

Технологічна схема з керованим обваленням допускає застосування одного екскаватора-драглайна, що розташовується на передвідвалі. Для обвалення гірських порід екскаватор підробляє основу уступу по фронту робіт ділянки або кар'єру.

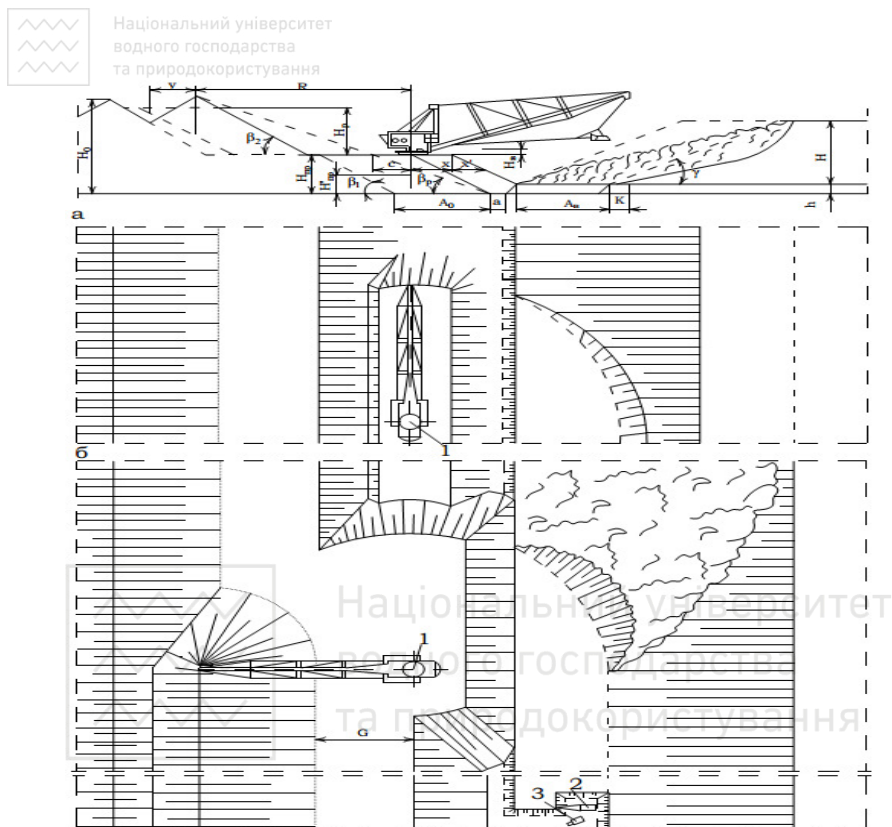


Рис. 2.13. Схема бестранспортної системи з управлінням обрушенням:
а – при першому проході; б – при другому проході; 1 – драглайн;
2 – видобувний екскаватор; 3 – автомобільний транспорт

При слабостійких породах розкривний блок обрушується після підробки основи уступу. Порода з основи уступу розміщується в передвідвалі. Обрушені породи розташовують в передвідвал і верхній ярус відвала, чим досягається відробіток уступу на ширину заходки при одному проході екскаватора уздовж фронту робіт кар'єру.

При більш стійких розкривних породах, коли для їх обрушення необхідно підробляти уступ на певну величину по фронту робіт, яка характеризується кроком обрушення, екскаватор двічі переміщується вздовж фронту робіт кар'єру.



При першому проході екскаватор підробляє основу уступу з розміщенням розкривних порід в передвідвал. Другий прохід екскаватора для відробітку основної маси розкривних порід після обвалення здійснюється по раніше відсипаному передвідвалу або, при недостатній висоті розвантаження і щодо великих параметрах верхнього ярусу відвала, проводиться збільшення висоти передвідвалу із створенням на ньому другого робочого майданчика.

В якості гірничотранспортного обладнання прийнятий екскаватор-драглайн ЕШ-15/90 і наступні усереднені гірничотехнічні параметри: потужність пласта корисної копалини, рівна 5 м; ширина розкривної заходки 45 м; кути відкосів розкривного уступу, передвідвалу і вугільного пласта відповідно 28°, 35° і 60°; коефіцієнт розрихлення розкривних порід у відвалах 1, 2.

Максимальна ефективність технологічної схеми з керованим обрушенням досягається при збільшенні потужності відпрацьованих розкривних, що збільшує ймовірність обрушення.

Приклади застосування безтранспортної системи розробки. Умови, характерні для застосування безтранспортної системи розробки є на родовищах Східного Сибіру Придніпровському вугільному, Нікопольському марганцевому, Передкарпатському сірконосному і ін. Найближчими роками об'єм розкривних робіт у вітчизняній гірничодобувній промисловості, що виконується по безтранспортній системі розробки, збільшиться в 3...3,5 рази.

Особливо поширена безтранспортна система розробки у вугільній промисловості і на марганцеворудних кар'єрах. Так, в Нікопольському басейні 40 % розкривних порід відпрацьовують безтранспортною системою.

У вугільній промисловості питома вага розкривних порід, що відпрацьовується по безтранспортній системі, складає 35 %, а по окремих підприємствах перевищує 90 %.

Для видалення розкривних порід прийнята ускладнена безтранспортна система розробки при роботі двох потужних екскаваторів ЕШ-80/100 (рис. 2.14). Верхню частину



розкривного уступу (30 м) відпрацьовують одним екскаватором при двох проходах машини уздовж фронту робіт кар'єру. При першому проході екскаватор встановлюють на відстані 25 м вище розкривних порід видобувного уступу і відпрацьовують верхнім черпанням роукривний уступ висотою 15 м з укладанням розкривних порід у відвал. При другому проході відпрацьовують частину розкривного уступу, що залишилася, висотою 15 м. Другий екскаватор ЕШ-80/100, рухаючись по передвідвалу, відпрацьовує частину розкривного уступу, що залишилася, спільно з переексплуатованими об'ємами і розміщує породу у верхній ярус відвала. Схема роботи устаткування передбачала залишення частини корисної копалини в цілику. Недоліки даної схеми: значний коефіцієнт переексплуатації, досягає 35 %; завищений результуючий кут укосу відвала, рівний 30° ; значні втрати корисної копалини в цілику (2,5 %); наявність двох проходів одного драглайна уздовж фронту робіт, що знижує його продуктивність.

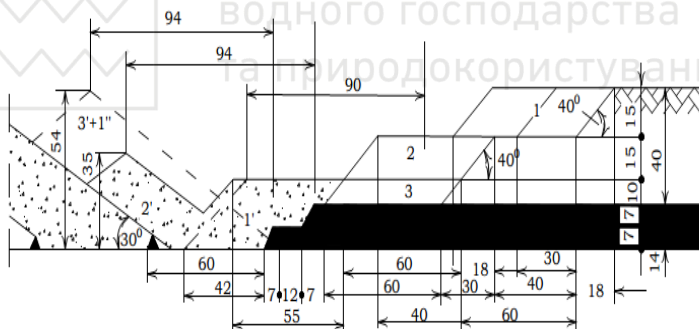


Рис. 2.14. Безтранспортна система розробки при роботі двох екскаваторів ЕШ-80/100

Олексівським марганцеворудним кар'єром Придніпровського басейну розробляється горизонтальний рудний пласт середньою потужністю 1,6 м. Розкривні породи, представлені пісками і суглинками, потужністю до 33 м відповідно до проекту відпрацьовувалися двома уступами: нижній висотою 26 м по безтранспортній системі екскаваторами



ЕШ-10/60, ЕШ-10/70 і ЕШ-15/90 (рис. 2.15) і передовий – екскаваторами ЕКГ-4,6 з вивезенням розкривних порід у внутрішні відвали автосамоскидами по спеціальних настипах (перемичках), що скорочує відстань перевезення розкривних порід. Кар'єрне поле шириною 1800 м розкрите трьома виїзними траншеями зовнішнього закладання. Центральна виїзна траншея розділяє фронт робіт кар'єру на дві ділянки: північний і південний.

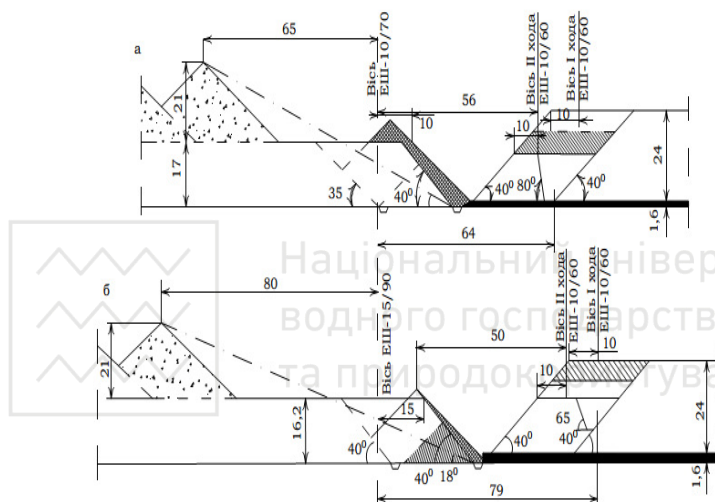


Рис. 2.15. Відпрацювання нижнього уступу по безтранспортній системі на Олексіївському кар'єрі:

а – північна ділянка; б – південна ділянка

Нижній (основний) уступ по всьому фронту кар'єру ділять на чотири блоки – по два на кожній ділянці. Екскаватори ЕШ-10/60 завжди знаходяться на розкривному уступі і працюють від центру ділянки до торця кар'єру, відпрацьовує верхню частину підступу. Вруб проводять при зворотному ході. Екскаватори ЕШ-10/70 і ЕШ-15/90, розташовуючись тільки на передвідвалі, відпрацьовують нижній підступ і переєккавують розкривні породи із зачисткою рудного пласта від виїзних траншей до центральної частини ділянки.



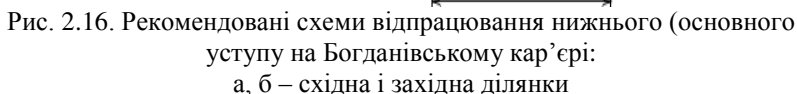
На кар'єрі всю товщу розкривних порід відпрацьовують по ускладненій безтранспортній системі екскаваторами ЕШ-15/90. Технологія розкривних робіт на кар'єрі наступна. Існуюче розділення фронту робіт на блоки залишається без зміни.

У кожному з чотирьох блоків працює один драглайн ЕШ-15/90. Після закінчення виймання руди в заходці блоку драглайн від перемички, що розділяє фронт робіт кожної ділянки на два блоки, верхнім черпанням при висоті забою 10 м починає відпрацьовувати розкривний уступ і одночасно нижнім черпанням проводить вруб. При відробітку заходки в торці кар'єру екскаватор відсипає перемичку, переходить по ній на передвідвал, переєкскавує породу з перемички, проводить виїмку нижньої частини заходки і зачистку рудного пласта. В центрі ділянки екскаватор холостим ходом переходить через центральну перемичку і цикл роботи повторюється.

На Богданівському кар'єрі Придніпровського марганцевого басейну пласт руди має потужність 1,8...2,0 м і залягає майже горизонтально. Розкривні породи середньою потужністю 65 м представлені суглинками і пісками.

Розріз рудного уступу (за проектом) передбачений трьома траншеями зовнішнього закладання. Центральна траншея ділить фронт робіт на дві ділянки завдовжки –1800 і 2300 м. Нижній розкривний уступ заввишки 30 м відпрацьовують двома підступами (на східній ділянці драглайнами ЕШ-8/60, ЕШ-14/75 і ЕШ-15/90, на західному – ЕШ-10/60, ЕШ-14/75 і ЕЛ1-25/100) (рис. 2.16). Верхні чотири розкривні уступи відпрацьовують механічними лопатами ЕКГ-4 і ЕКГ-8 з навантаженням в залізничний транспорт. Виймання руди ведуть екскаваторами Е-2005 з навантаженням в самоскиди.

Схема відробітку розкривної заходки без холостих переходів потужних драглайнів, розташованих на одному підступі (рис. 2.16, а), приводить до тривалих їх простоїв при роботі в торцях кар'єру через відсутність фронту робіт. Зниження простоїв досягнуте за рахунок ліквідації флангових траншей і роботи розкривних відвальних драглайнів з холостими переходами уздовж фронту. Це здійснюється від торців до середини кар'єрного поля. В період засипки ґрунту



Аналіз організації розкривних робіт при другій схемі з холостими переходами устаткування, показав, що найбільш раціональне розташування на кожній ділянці екскаваторів на передвдвалі і одного на розкривних породах. Така схема була апробована на східній ділянці Богданівського кар'єру. Отримані



позитивні результати забезпечують подальше зниження об'ємів робіт з переєксплуатації і збільшення продуктивної потужності кар'єру по руді. Відсутність ланки транспорту порід в технологічному ланцюжку виробництва гірничих робіт при безтранспортній системі забезпечує отримання високих техніко-економічних показників. Продуктивність праці робітників, на кар'єрах при безтранспортній системі в 4...5 разів вище, ніж при транспортній.

Питання для самоперевірки, повторення

1. Що таке система відкритої розробки родовищ?
2. Наведіть класифікацію систем відкритої розробки родовищ.
3. Охарактеризуйте розріз горизонтальних родовищ на кар'єрні поля.
4. Які є види переміщення фронту розкривних і видобувних робіт?
5. Охарактеризуйте послідовність відробітку кар'єрних полів.
6. Яка загальна організація гірничопідготовчих і розкривних робіт при переході на відрізок суміжного кар'єрного поля?
7. Охарактеризуйте схеми без транспортної системи.
8. Опишіть безтранспортну систему розробки при установці екскаваторів на розкривному уступі.
9. Опишіть безтранспортну систему розробки при установці екскаваторів на передвідвалі.
10. Яка область застосування безтранспортної системи розробки?
11. Опишіть планування і управління розкривними роботами при безтранспортній системі розробки.
12. Як відбувається кероване обвалення розкривних порід при безтранспортній системі розробки?
13. Наведіть приклади застосування безтранспортної системи розробки.



РОЗДІЛ 3

ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ

3.1. Взаємозв'язок елементів системи розробки і параметрів гірничотранспортного устаткування

Транспортно-відвальна система з використанням консольних відвалоутворювачів для переміщення розкривних порід від екскаватора на уступі у внутрішній відвал застосовується при розробці горизонтальних пластів родовищ.

Для ведення розкривних робіт звичайно застосовують багатоковшові екскаватори (головним чином роторні) і іноді одноковшові (рис. 3.1)

В останньому випадку навантаження розкривних порід на відвалоутворювачі здійснюється через прийомний бункер чи бункер-живильник (рис. 3.1, в). Консольні відвалоутворювачі застосовують і при розробці розкривних порід нахиленими шарами, а також при роботі з обрушенням порід (рис. 3.1, г, д). З випуском роторного екскаватора ЕРГ-1600 і консольних відвалоутворювачів ОШР-4500/180 і ОШ-4500/90 область застосування транспортно-відвальної системи розробки на кар'єрах значно розширилась.

При роботі роторного екскаватора у поєднанні з відвалоутворювачем велике значення для визначення основних параметрів системи має схема установки відвалоутворювача, що характеризується в першу чергу наявністю розкритих запасів корисної копалини, необхідних для нормальної роботи кар'єру в зимовий період часу при зупинці розкривного комплексу [2].

Класифікація основних технологічних схем транспортно-відвальної системи, в основу якої покладена основна ознака - наявність і місце розташування розкритих запасів корисної копалини (рис. 3.2) розроблена НГУ (Національний гірничий університет).

При проектуванні транспортно-відвальної системи для різних технологічних схем роботи комплексу необхідно встановити основні технологічні параметри: мінімальна відстань від осі повороту відвалоутворювача до гребеня відвалу, максимально можливу висоту розкривного уступу, мінімальну довжину фронту робіт кар'єру по розкривних породах або видобутку.

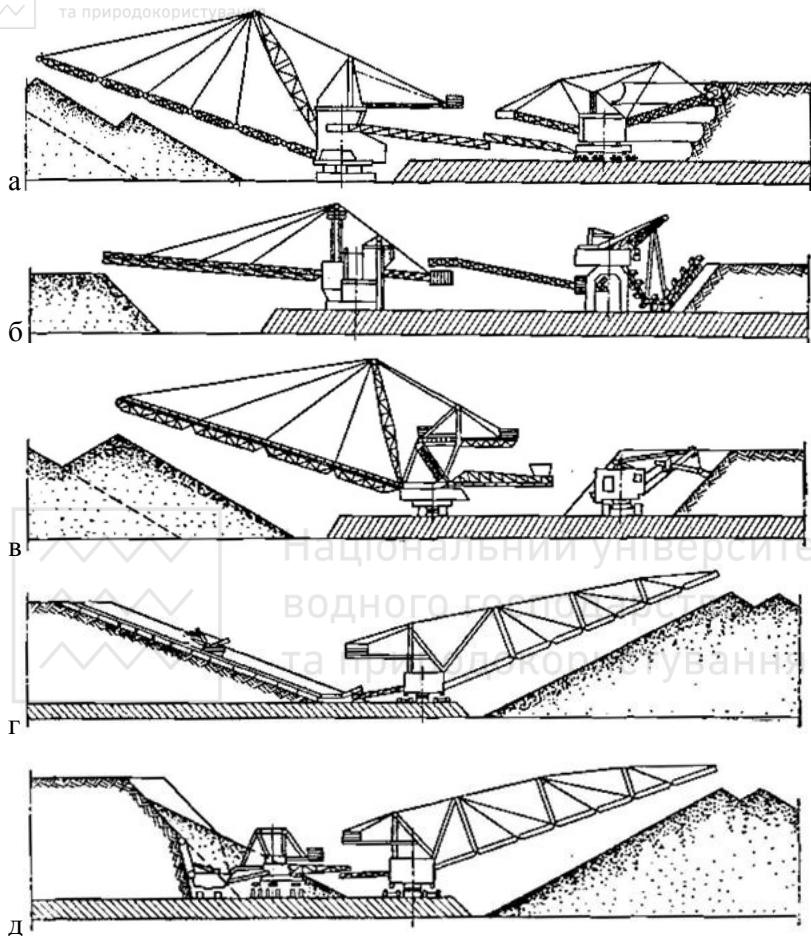


Рис. 3.1. Технологічні схеми застосування транспортно-відвальної системи розробки з відвалоутворювачами

В різних умовах параметри системи розробки варто визначати на основі максимального використання довжини консолі відвалоутворювача з перевіркою можливості роботи по висоті розвантаження H_p при стійких породах [17].

Відстань від осі повороту відвалоутворювача до гребеня відвала визначається робочими розмірами і схемою установки консольного відвалоутворювача. За наявності певного



гірничотранспортного устаткування (консольний відвалоутворювач і роторний екскаватор) решта всіх параметрів системи розробки визначається залежно від гірничотехнічних умов родовища і продуктивності комплексу.

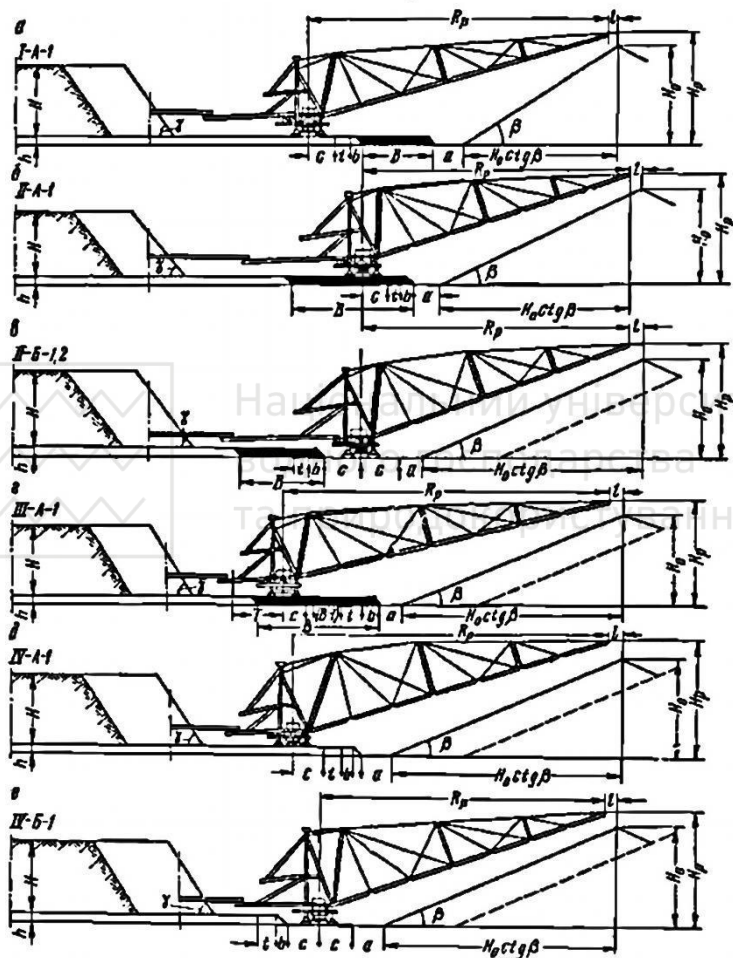


Рис. 3.2. Технологічні схеми транспортно-відвальної системи розробки з відвалоутворювачами

Вибір ефективної технологічної схеми і визначення раціональних параметрів системи. Для виявлення найбільш



раціональної схеми установки відвалоутворювача визначається мінімально допустима величина радіусу розвантаження для різних схем роботи. Застосування крокуючо-рейкового ходового пристрою для потужного розкривного устаткування дозволяє передбачати роботу транспортно-відвального комплексу з холостими переходами уздовж фронту робіт після відпрацювання кожної заходки. При цьому можливе створення частини або всіх зимових запасів корисної копалини в останній видобувній заходці. Кількість зимових запасів корисної копалини в видобувній заходці залежить від довжини фронту робіт кар'єру, параметрів системи розробки, продуктивності розкривного устаткування і не робить впливу на радіус розвантаження від валоутворювача [15].

У табл. 3.1. представлена класифікація основних технологічних схем транспортно-відвальної системи розробки.

Для розробки розкривних порід однакової потужності при човниковому способі роботи обладнання радіус розвантаження відвалоутворювача повинен бути значно більшим, ніж при роботі в одному напрямку і холостих переходах в протилежному.

Тому найбільш ефективними є схеми, які передбачають холості переходи обладнання вздовж фронту кар'єру із залишенням частини або всіх зимових запасів корисної копалини в останній заходці. З всіх схем роботи найбільш раціональна по умові забезпечення мінімального радіуса розвантаження схема IV-Б-1 (II-Б-2).

Однак її застосування можливе тільки при достатній стійкості підстилаючих порід і невеликій потужності пласта корисної копалини. При недостатній стійкості підстилаючих порід і значній потужності пласта приймають схему IV-А-1.

Після вибору найбільш ефективної схеми роботи транспортно-відвального комплексу для отримання максимального техніко-економічного ефекту необхідно визначити найбільш раціональні параметри системи розробки, які повністю використовують лінійні розміри обладнання.



Таблиця 3.1

Класифікація основних технологічних схем транспортно-відвальної системи розробки

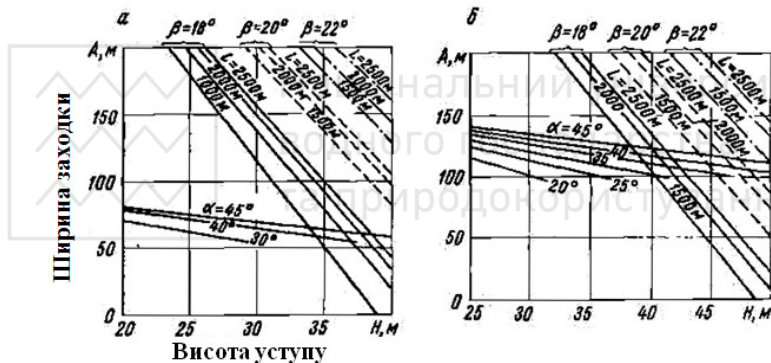
Наявність і місце розміщення розкритих запасів корисної копалини, підготовлених на зиму	Місце встановлення відвалоутворювача відносно пласта корисної копалини	Характерні особливості роботи по схемі
I. Під відвальною консоллю відвалоутворювача	A. На покрівлі пласта	1. Ширина заходки по розкривних породах і на відвалі рівна; на величину запасів не впливає ширина заходки по видобуванню
II. Під приймальною консоллю Відвалоутворювач і розвантажувальною консоллю екскаватора	A. На покрівлі пласта Б. На ґрунті пласта	1. Ширина заходки по розкривних породах перевищує відвальну і рівну їй видобувну; зимові запаси створюють за рахунок відставання відвальних і видобувних робіт. 2. Ширина заходки по розкривних породах і на відвалі рівні; зимові запаси створюють за рахунок зменшення ширини заходки з видобутку.
III. Під відвальною і прийомною консоллю відвалоутворювача	A. На покрівлі пласта	1. Ширина заходки по розкривних породах перевищує відвальну і рівну їй видобувну; зимові запаси створюються при відставанні відвальних і видобувних робіт
IV. Відсутні (сезонна робота з видобутку або круглорічна по розкривних породах)	A. На покрівлі пласта Б. На ґрунті пласта	1. Рівномірне просування розкривного і відвального фронту робіт, рівність заходок по розкривних породах на відвалі

Для транспортно-відвального комплексу раціональна висота розкривного уступу і ширина заходки в певних



гірничотехнічних умовах визначаються при сумісному рішенні поставленої задачі відносно параметрів екскаватора і відвалоутворювача.

При роботі роторного екскаватора в тупиковому забої ширина заходки знаходиться в певній залежності від висоти розкривного уступу, а максимальна ширина заходки роторного екскаватора залежить від його конструктивних розмірів. При цьому важливе значення має конструкція роторної стріли. Рациональні значення висоти розкривного уступу і ширини заходки для певних транспортно-відвальних комплексів можна визначити по номограмах, на які нанесені графіки $A=f_1(H)$ для даного типу відвалоутворювача і $A=f_2(H)$ для роторного екскаватора з врахуванням гірничотехнічних умов залягання родовища і прийнятої схеми роботи (рис. 3.3).





параметрів екскаватора і відвалоутворювача. Довжина фронту робіт при транспортно-відвальній системі розробки залежить від гірничо-геологічних умов залягання родовища і типу вживаного гірничотранспортного устаткування.

Рациональні значення довжини фронту робіт для транспортно-відвальної системи розробки можуть бути визначені на підставі аналізу взаємозв'язку технологічних параметрів устаткування і елементів системи розробки.

Управління внутрішніми відвалами при роботі консольних відвалоутворювачів. Стійкість внутрішніх відвалів забезпечується при дотриманні наступних заходів: обґрунтованого вибору параметрів системи розробки; правильного встановлення кута укусу відвала; розподілу порідних мас у відвалі, що забезпечує їх стійкість; оберігання відвалів від обводнення; запобігання деформаціям основи відвала.

Сучасні поворотні консольні відвалоутворювачі дозволяють управляти стійкістю відвалів наданням їх укосам необхідного кута нахилу залежно від гірничо-геологічних умов залягання і фізико-механічних властивостей порід. Оскільки розвантаження ґрунту з відвалоутворювача у відвал здійснюється тільки з кінця відвальної консолі, відсипання кожного ярусу при утворенні відвалів можна здійснювати поворотом відвалоутворювача. Поворот відвалоутворювача, як правило, пов'язаний із зупинкою роботи екскаватора і відвалоутворювача, тому із збільшенням числа місць відсипання зменшується продуктивність всього комплексу.

Відвалоутворювачі з довжиною відвальної консолі до 90...105 м проводять утворення відвала висотою до 30...35 м, при якій забезпечується стійкість відвала при відсипанні його в один ярус. Високі відвали відсипляються в декілька ярусів з поворотом від валоутворювача. Число ярусів відсипання залежить від сумарної висоти відвала, необхідного результуючого кута укусу і прийнятих технологічних схем роботи комплексу машин.

Для більшості родовищ з м'якими покривними породами відсипання відвала в один ярус заввишки більше 40 м не може



бути здійснене за умовами стійкості. Відвал висотою до 60...80 м, з умов стійкості ділиться на два-три яруси. Відсипання відвалів більш ніж в два-три яруси нераціональне, оскільки значно знижується продуктивність устаткування, ускладнюється технологія робіт. Висота кожного ярусу визначається в межах 15...25 м залежно від фізико-механічних властивостей порід, сумарної висоти відвала, прийнятих заходів з обірігання відвалів від обводнення т.д. Орієнтуванням можна вказати, що найбільш доцільним при утворенні стійких відвалів в два-три яруси є відсипання нижнього ярусу до відмітки, рівної $0,25H_0$, і другого ярусу (при триярусних відвалах) – до $0,5H_0$ (якщо H_0 – загальна висота відвала).

Виробнича потужність кар'єру і техніко-економічні показники системи розробки. Після визначення основних параметрів системи виробнича потужність кар'єру, при повному завантаженні розкривного устаткування і рівновеликому річному посуванні розкривного і видобувного фронтів робіт, встановлюється з виразу

$$Q = \frac{V}{H} \cdot \frac{hk_{\text{ввл}}}{\frac{L_6}{L}}, \text{ м}^3 \quad (3.1)$$

де L_6 – довжина фронту по розкривних породах, м;

L – довжина фронту по видобутку, м.

При визначенні виробничої потужності кар'єру необхідно враховувати спосіб переміщення фронту робіт. Так, продуктивність розкривного устаткування при віяльному переміщенні фронту робіт знижується порівняно з паралельними на 6...10 %. Техніко-економічні показники транспортно-відвальної системи розробки залежать від потужності розкривних порід пласта корисної копалини, технологічної схеми роботи, типу і продуктивності розкривного і гірничотранспортного устаткування видобутку, конфігурації і запасів кар'єрного поля.

Перевачи технології із застосуванням відвалоутворювачів: транспортування порід у відвал по найкоротшій відстані; проста організація розкривних робіт і відсутність спеціального



устаткування на відвалах; поліпшення умов стійкості відвальних укосів за рахунок можливості зміни генерального кута укосу.

Застосування консольних стрічкових відвалоутворювачів у поєднанні з роторними екскаваторами забезпечує: безперервність технологічного процесу; ефективне використання екскаваторів в часі (продуктивність розкривних екскаваторів на 20...35 % вища, ніж при залізничному транспорті); високу продуктивність праці. Недоліком даної технології розкривних робіт по транспортно-відвальній системі є обмеженість умов застосування по геологічних і гідрогеологічних чинниках, а також по фізико-механічним властивостям розкривних порід.

Схеми ускладненої транспортно-відвальної системи розробки. При розробці розкривних порід великої потужності найбільш складним є забезпечення стійкості внутрішніх відвалів, що не завжди можливо здійснити збільшенням лінійних розмірів вживаного відвального устаткування. Суть цієї системи полягає в тому, що при розробці розкривних порід, окрім основного виймального і відвального устаткування, запозичується додаткове (відвалоутворювачі, перевантажувальні мости, драглайни) устаткування. Прикладом такої схеми роботи є використання одного роторного екскаватора ЕРШР-1600 або ЕРШР-2600 і двох відвалоутворювачів, що здійснюють відсіпання відвала в два яруси при установці їх послідовно один за іншим по нормалі до фронту робіт (рис. 3.4).

Перший відвалоутворювач розташовується на відмітці покрівлі пласта корисної копалини і транспортує породу на відмітку покрівлі першого ярусу внутрішніх відвалів, де встановлюється другий відвалоутворювач, який розташовує породу, що поступає з першого відвалоутворювача, в нижній і в другій яруси відвала. Відсіпання нижнього ярусу проводиться з деяким випередженням по фронту робіт.

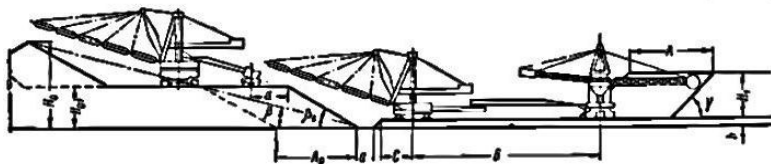


Рис. 3.4. Схема транспортно-відвальної системи розробки з двома відвалоутворювачами



Для максимального використання ємкості відвалів і скорочення планувальних робіт відсипання ярусів проводиться серповидними смугами на ширину заходки. За складних гідрогеологічних умов залягання родовища і великої висоти ярусу (до 30...45 м) відсипання їх проводять з утворенням стійкого кута укосу для забезпечення безпечної роботи устаткування. Застосування похилих перевантажувальних мостів дозволяє видозмінити технологічну схему (рис. 3.5).

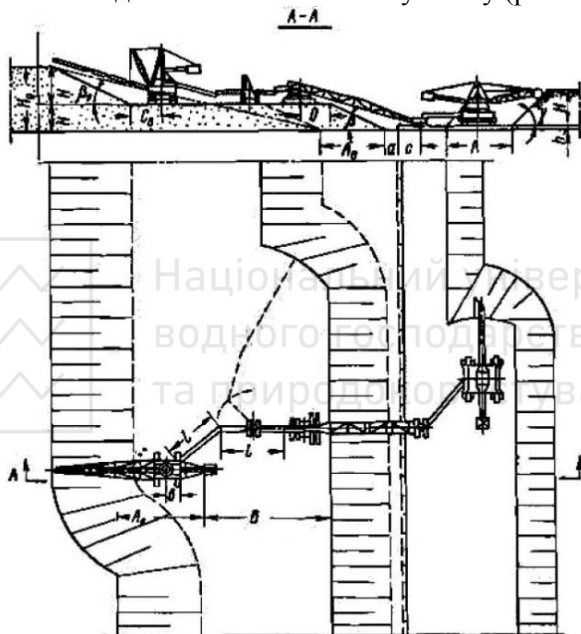


Рис. 3.5. Схема транспортно-відвальної системи розробки при використанні перевантажувального моста і консольного відвалоутворювача

При цій схемі розкривні породи від роторного екскаватора надходять на перевантажувальний міст і передаються самохідним перевантажувачем на відвалоутворювач, який проводить відсипання верхнього і нижнього ярусів відвала.



При недостатніх параметрах відвального устаткування або недостатньої стійкості відвалів можна використати схему з драглайнами для зміни конфігурації відвала (рис. 3.6).

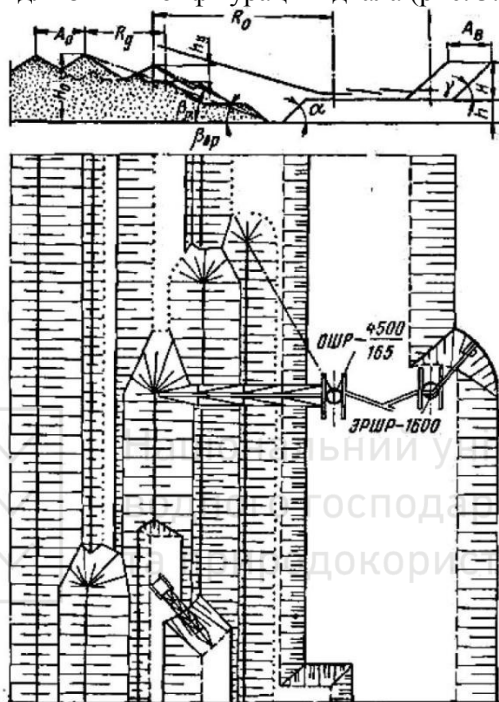


Рис. 3.6. Схема використання на відвалі драглайна транспортно-відвальної системи розробки

3.2. Особливості застосування транспортно-відвальних мостів

Особливість даної системи розробки – переміщення розкривних порід у вироблений простір по нормалі до фронту робіт транспортно-відвальним мостовим комплексом, що об'єднує в єдиний виробничий процес екскавацію, транспортування і укладання породи у відвал. Основна складова частина комплексу – транспортно-відвальний міст.

Основні гірничотехнічні і інженерно-геологічні умови ефективного застосування транспортно-відвальних мостів:



витримане (без великих порушень) горизонтальне або близьке до нього залягання пласта корисної копалини; відносно правильні контури кар'єрного поля в плані: стійкість порідних мас в цілику і відвалі, що виключає небезпеку деформації металоконструкції моста, хороша розвідка родовища, достатні запаси корисної копалини, що забезпечують тривалість розробки ділянки родовища не менше 10...15 років і економічно доцільне використання моста при заданій проектній продуктивності.

Транспортно-відвальні мости застосовують при розробці горизонтальних пластів різних корисних (бурого вугілля, марганцевої і залізної руди, фосфоритів і ін.) копалин, покритих рихлими відкладеннями потужністю до 40...60 м.

Переваги технології гірничих робіт із застосуванням мостових комплексів, потокова розробка, можливість селективного відсипання внутрішніх відвалів, розміщення значних запасів корисної копалини під прольотом моста для роботи кар'єру при зупинці розкривного комплексу в зимовий період. Як і при консольних відвалоутворювачів, застосування транспортно-відвальних мостових комплексів в сприятливих гірничотехнічних умовах забезпечує досягнення високої продуктивності праці робітників і невеликих витрат на розробку 1 м³ розкривних порід. Недоліки транспортно-відвальних мостів: обмеженість умов застосування; громіздкість і значна вартість вживаного устаткування; великий об'єм гірничокапітальних робіт із створення розрізної траншеї для введення моста в експлуатацію; сезонність роботи устаткування.

Перерва в зимовий час в роботі мостів на практиці використовують для капітальних ремонтів всіх механізмів комплексу. Транспортно-відвальні мости на відкритих розробках застосовують вже з 1923 р. В даний час їх застосовують у Німеччині при розробці буровугільних родовищ. У нас окрім розробок буровугільних родовищ Дніпровського басейну їх застосовують для відробітку залізрудних покладів під Керчу і марганцевих родовищ в Нікопольському басейні.

Типові технологічні схеми з транспортно-відвальними мостами, вжиті на кар'єрах, показані на рис. 3.7. Транспортно-



відвальний міст є самохідною металевою конструкцією з комплектом стрічкових конвеєрів, встановлювана в кар'єрі уперек фронту робіт і зв'язуючу розкривну і відвальну сторони кар'єру по найкоротшій відстані. З мостом з'єднується передавальними конвеєрами один або декілька розкривних багатоковшових екскаваторів, які під час роботи пересуваються разом з ним по рейкових шляхах або на гусеницях уздовж розкривних уступів. Екскавована порода переміщується у вироблений простір кар'єру стрічковим конвеєром, встановленим на фермі відвального моста.

Транспортно-відвальний міст зазвичай конструюється стосовно конкретних гірничотехнічних умов родовища. Розкривні екскаватори підбирають відповідно продуктивності транспортно-відвального моста. Основна відмінність транспортно-відвального моста від консольного відвалоутворювача – наявність двох (забійною і відвальною), а іноді трьох опор. Це забезпечує значну стійкість конструкції і дозволяє мати велику загальну довжину моста, що досягається в окремих випадках 400 м.

При роботі з ланцюговими багатоковшовими екскаваторами вибійна опора транспортно-відвального моста, як правило, розташовується на робочому майданчику розкривного уступу (рис. 3.7, а-з). Спільна робота з роторним екскаватором обумовлює розташування вибійної опори моста на покрівлі добувного уступу (рис. 3.7, в, і). Відвальна опора транспортно-відвального моста може бути розташована на передвідвалі (рис. 3.7, б, з, і) або на видобувному уступі (рис. 3.7, а, в, е, д, с, ж).

У разі розташування обох опор на робочій стороні кар'єру розкриті запаси корисної копалини менші, але робота моста надійніша, оскільки обидві опори встановлюють на стійкішій основі.

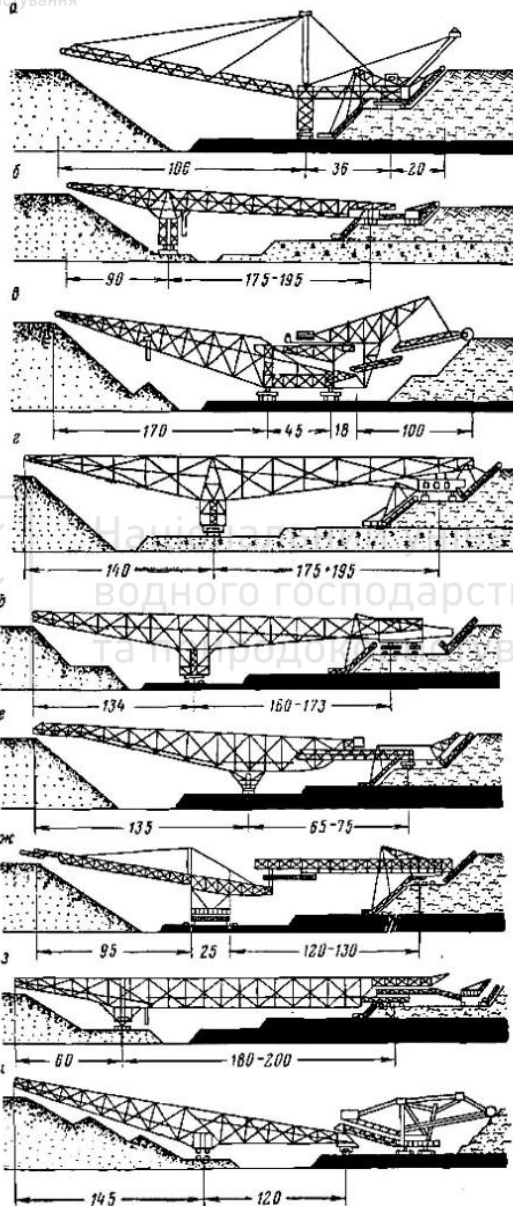


Рис. 3.7. Технологічні схеми з транспортно-відвальними мостами



Розташування однієї опори моста на відвалі допустиме, якщо твірні відвал породи мають достатню стійкість. Опори моста зазвичай пересувають уздовж кар'єру по рейкових багатониткових коліях. У міру відпрацювання уступу колію переміщуються колієпересувачем безперервної дії, що вбудовані в міст або мають власний хід. Є конструкції моста з гусеничним ходом опор.

Висота відвальної опори моста залежить від потужності розкривного пласта корисної копалини. Під основною фермою моста повинен вільно проходити екскаватор, що працює на видобутку.

Висота відсипання породи коливається від 25 до 75 м і визначає разом з довжиною консолі можливу висоту відвала, а отже, і потужність відпрацьованих розкривних порід. Транспортно-відвальний міст повинен бути пристосований до змінних умов роботи, тобто мати просторову рухливість. З цією метою головна ферма спирається на відвальну і екскаваторну опори за допомогою центральних кульових п'ят, які дозволяють здійснювати поворот моста в горизонтальній площині на кут до 30° в обидві сторони щодо осі моста.

Транспортно-відвальні мости можуть долати підйоми шляху в поздовжньому і поперечному напрямках в межах 30‰. Відсипання породи мостом може проводитися в одному пункті, тобто в кінці відвальної консолі, або в кількох пунктах (роздільне відсипання). Екскаватори можуть мати незалежний ходовий механізм і бути вбудованими в транспортно-відвальний міст, тобто мати загальний з ним ходовий механізм. При першому способі можна використовувати від одного до чотирьох екскаваторів. Найбільш зручні в експлуатації мости з одним або двома потужними повноповоротними екскаваторами, що мають незалежний хід. При такому з'єднанні екскаваторів з мостами досягається велика гнучкість в роботі комплексу.

Технологія гірничих робіт при транспортно-відвальних мостах. Характер розміщення розкривних порід у внутрішній відвал при роботі транспортно-відвального моста залежить від схеми виймання і відсипання порід. У разі застосування ланцюгових багатоковшових екскаваторів верхнього і нижнього



черпання селективна розробка товщі розкривних порід, як правило, призводить до зниження їх продуктивності. Роторним екскаватором можна проводити селективну розробку розкривних порід без зниження його продуктивності. При селективній розробці роздільне укладання піщаних і глинистих порід у відвал здійснюється за допомогою проміжних розвантажувальних пунктів на відвальній консолі моста. При цьому вдається утворити в основі відвала стійкіший піщаний підступ - подушку. Проміжні пункти відсипання дозволяють також регулювати генеральний кут укосу відвала.

Визначення стійкого кута укосу відвалів представляє великі труднощі зважаючи на неоднорідність ґрунтів, відмінності фізико-механічних властивостей їх і водоносності.

Стійкість відвалів окрім селективного укладання породи у відвал залежить від розташування опор моста і схеми відпрацювання заходки. Так, при установці відвальної опори на передвідвалі вимоги до стабільності відвалів повинні бути підвищені, оскільки деформація останніх загрожує збереженню моста. При відвальній опорі, розташованій на добувному уступі, зсув насипних порід менш небезпечний. У малостійких породах нерівномірне завантаження відвальними масами підстилаючих порід у виробленому просторі викликає їх витискування, обвали відвалів, втрати корисної копалини і руйнування металоконструкцій моста. Тому при віяльному переміщенні фронту робіт і відробітку в одному з торців кар'єру заходок великої ширини стійкість відвалів буде гіршою, ніж при рівномірному по всьому фронту відробітку заходки невеликої ширини.

Останнім часом технологія гірничих робіт із застосуванням транспортно-відвальних мостів удосконалюється. Дослідженнями доведена доцільність застосування двох мостових комплексів, розташованих на одних рейкових шляхах. Перевагою такої схеми є забезпечення надійності роботи кар'єру, а також можливість інтенсифікації посування фронту робіт, а отже, збільшення виробничої потужності кар'єру і зниження собівартості розкривних порід і корисної копалини. Схема роботи з двома транспортно-відвальними мостами легкої



конструкції відрізняється високою продуктивністю мостів при порівняно низькій їх вазі; надійною стійкістю відвалів із зниженою висотою; поліпшенням умов експлуатації і ремонту мостових комплексів.

Типовий міст вагою 2650 т має теоретичну продуктивність 6000 м³/год. Проліт між опорами рівний 180±6 м, довжина консолі 75 м. Відвальна опора розміщується на передвідвалі. Висота відсипки 45 м. Порівняння показує, що вага моста минулої конструкції тої ж продуктивності в 2,5 рази більше сумарної ваги двох типових мостів.

Нижче наведені приклади застосування транспортно-відвальних мостів на деяких вітчизняних і зарубіжних кар'єрах.

На буровугільному кар'єрі (рис. 3.8) розробляють горизонтальний пласт вугілля потужністю від 5 до 9 м [1].

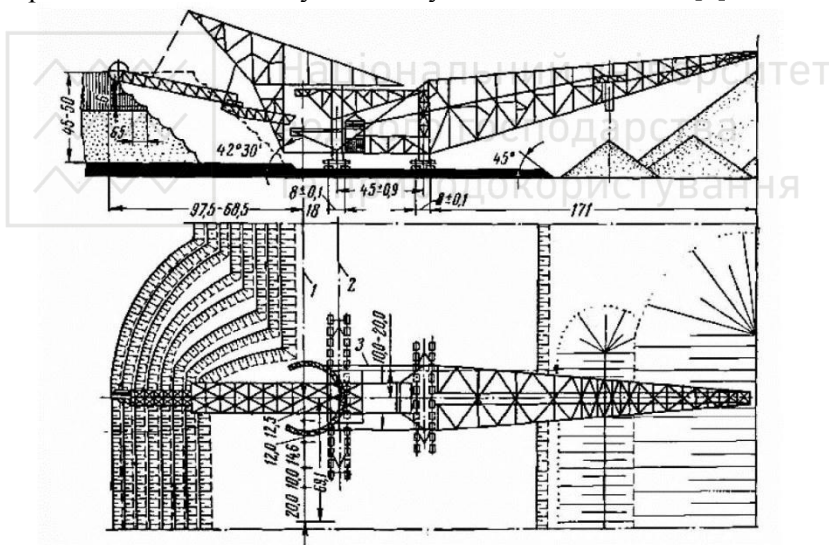


Рис. 3.8. Система розробки із застосуванням транспортно-відвального моста на буровугільному кар'єрі:

- 1 – вісь повороту; 2 – вісь екскаваторної опори моста; 3 – вісь моста при відпрацюванні трьох верхніх підступів сусіднього блоку

Розкривні породи – піщано-глинисті породи потужністю до 56 м. Середній коефіцієнт розкриву 5,5 м³/т. Кар'єрне поле



розділене на Західну і Східну ділянки. На Західній ділянці застосовувалася комбінована система розробки з віяльним переміщенням фронту робіт. У зв'язку із зменшенням потужності наносів розкривні породи відпрацьовуються тільки із застосуванням транспортно-відвального моста з вбудованим в нього роторним екскаватором, ємкість ковша якого складає 1200 л. Висота мостового уступу досягає 45...48 м. Вугільний пласт розділений на два уступи з одним загальним відкатувальним горизонтом на покрівлі нижнього уступу. Середня висота верхнього уступу рівна 2, 3, а нижнього – 5,5 м.

Верхній вугільний уступ відпрацьовується роторними екскаваторами RSh-350 і RSh-150, нижній – ланцюговими екскаваторами R-300 і R-250. Вугілля транспортують залізничним транспортом по вузькій колії.

На рис. 3.9 показана схема розробки із застосуванням транспортно-відвального моста на кар'єрі Еспенхайн (Німеччина) [34].

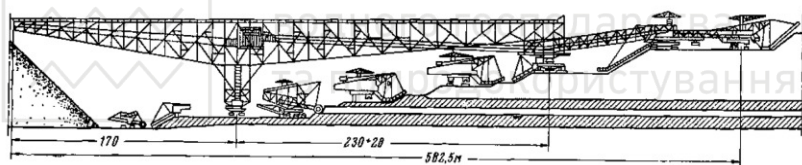


Рис. 3.9 Схема розробки із застосуванням транспортно-відвального моста на кар'єрі Еспенхайн (Німеччина)

У експлуатації знаходяться два пласти бурого вугілля: нижній – потужністю 7,5 м і верхній 7,8 м при потужності міжпластя 8,2 м. Сумарна потужність розкривних порід в середньому складає 42 м. Породи представлені в основній пісками. Геологічний коефіцієнт розкриття на площі, призначений для розробки, рівний 3,1 м³/т. Вага моста Еспенхайн рівна 10 тис. т, його годинна продуктивність 5,5 тис. м³, загальна довжина 582,5 м. Проліт між опорами 230+20 м, довжина відвальної консолі 170 м, кут повороту головного моста 220. Ширина конвеєрних стрічок 1,8...2,5 м, швидкість їх руху 4,25 м/сек. Сумарна встановлена потужність електродвигунів моста складає 9000 кВт.



На кар'єрі комбінату вогнетривких виробів (Донбас) працює оригінальний гусенично-крокуючий відвальний міст ОМГШ-50/500 власної конструкції з дуже малою вагою. Міст може працювати у поєднанні з роторним або одноковшовим екскаватором. Наявність крокуючого ходу і гусеничного візка виключає потребу в рейкових колій. Міст має велику маневреність і може бути використаний при розробці родовищ різної конфігурації і з різними умовами залягання пласта корисної копалини.

Роторний екскаватор ЗЕР-500 в комплексі з самохідним конвеєром-перевантажувачем СКП-2 довжиною 33 м проводить розробку першого і другого розкривних уступів загальною висотою 19 м.

Застосування цього моста дозволило отримати високі техніко-економічні показники роботи і низьку собівартість розкривних робіт.

У Данії транспортно-відвальні комплекси експлуатуються на буро-вугільних кар'єрах Весткрафт, Фішбек і ін. (Ютландський півострів). Комплекс складається з моста, живильника з перевантажувальним конвеєром і драглайна. Всі мости і живильники мають однакову конструкцію, продуктивність їх 1000 м³/год; розрізняються вони тільки довжиною головної ферми. Стрічковий живильник обладнаний гідравлічним крокуючим механізмом і пілоном для підвіски перевантажувального конвеєра, який може опускатися і підніматися за допомогою канатних підвісок і гідроциліндра. Рівномірна подача породи живильником забезпечується щитом; зазор між щитом і стрічкою живильника регулюють гідроциліндрами [1; 26].

Переміщення живильника відбувається періодично - через кожних 5 м. Міст переміщається в нове положення, що узгоджується з перевантажувальним конвеєром, і робота поновлюється. Відвальна і екскаваторна (вибійна) опори моста обладнані гусеничними ходовими механізмами. Головна ферма моста підвішена на канатах до відвальної опори і може міняти нахил у вертикальній площині. Довжина головної ферми залежно від гірничотехнічних умов варіює в межах 60...100 м.



Між головним і відвальним конвеєрами моста передбачені пристрої для проміжного розвантаження. Через поворотний жолоб порода поступає на поперечний конвеєр і далі на поворотний розвантажувальний конвеєр, призначений для відсипання передвідвала, і розміщується по напрямку руху моста.

Ширина стрічок на всіх конвеєрах 1,2 м, швидкість від 2 до 2,5 м/сек. Міст кар'єру Весткрафт має головну ферму завдовжки 95 м, вага 180 т і встановлену потужність 430 кВт. На кар'єрі при добовому видобутку вугілля 1000 т і об'ємі розкривних робіт 4500 м³ зайнято 24 людини, що працюють в одну зміну. Продуктивність праці складає 40 т/люд за зміну.

Способи переміщення фронту робіт при транспортно-відвальній системі розробки. При транспортно-відвальній системі розробки застосовують віяльне, паралельне і змішане переміщення фронту робіт. При **віяльному** переміщенні фронту робіт в місці розвороту віяла споруджується поворотний пункт (рис. 3.10). Конкретне оформлення поворотного пункту, схема розвороту віяла і умови укладання розкривних порід в районі поворотного пункту залежать від розташування центру розвороту.

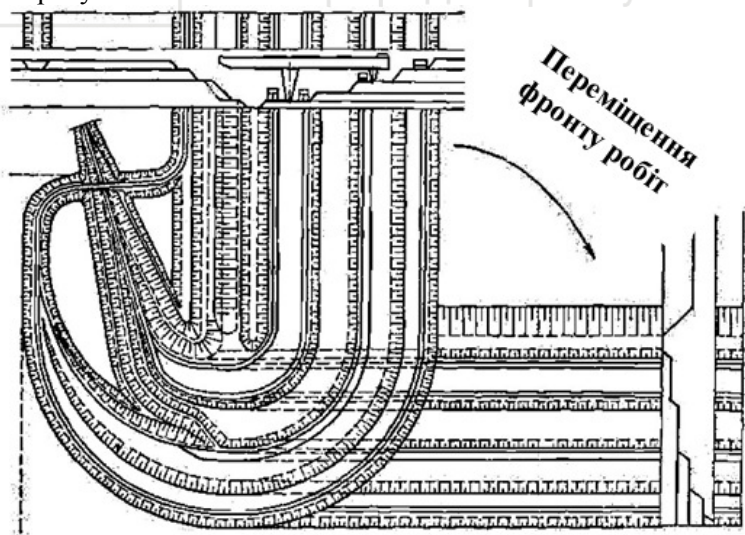


Рис. 3.10. Конструкція поворотного пункту



При паралельному переміщенні фронту робіт зміст внутрішніх відвалів надійніший і простіший, ніж при віяльному, оскільки відсіпання їх проводиться більш рівномірно. Недолік паралельного переміщення фронту робіт – систематичне збільшення довжини транспортування корисної копалини.

При цьому способі дотримується постійність ширини розкривної і відвальної заходок. Проте з боку виїзної траншеї значна ємкість обвалу не використовується. Тому довжина розкривного фронту робіт завжди більше довжини відвального фронту. При розрахунках висоти розкривного уступу ця різниця враховується коефіцієнтом подовження розкривного фронту робіт щодо відвального. Кут сполучення фронту робіт і межі поля при паралельному способі переміщення залежить тільки від форми кар'єрного поля. В більшості випадків при паралельному переміщенні фронту робіт кут сполучення рівний 90° . При однаковій формі кар'єрного поля кут сполучення при паралельному переміщенні фронту робіт завжди більший, ніж при віяльному.

Питання для самоперевірки, повторення

1. Як підібрати ефективну технологічну схему?
2. Порядок визначення раціональних параметрів системи.
3. Як здійснюється управління внутрішніми відвалами при роботі консольних відвалоутворювачів?
4. Як визначити виробничу потужність кар'єру?
5. Як визначити техніко-економічні показники системи розробки?
6. Опишіть схеми ускладненої транспортно-відвальної системи розробки.
7. Які особливості застосування транспортно-відвальних мостів?
8. Охарактеризуйте застосування транспортно-відвальних мостів на деяких вітчизняних і зарубіжних кар'єрах.
9. Які є способи переміщення фронту робіт при транспортно-відвальній системі розробки



РОЗДІЛ 4

ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ РОЗРОБКИ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ І ПОЛОГОПАДАЮЧИХ РОДОВИЩ

4.1. Загальні відомості про комбіновані системи при відпрацюванні родовищ

При транспортних системах розробки екскавация, переміщення і розміщення гірничої маси у виробленому просторі (при внутрішніх відвалах) або за контуром кар'єрного поля (при зовнішніх відвалах) здійснюються залізничним, автомобільним, конвеєрним, а також їх комбінацією в різному поєднанні. За умовами застосування транспортна система розробки універсальна. Її можна застосовувати за будь-яких умов залягання родовищ і при будь-якій потужності підприємств [3].

Основні особливості системи: незалежність розкривних і видобувних робіт; можливість інтенсифікації підготовки до виймання великих запасів корисної копалини; розосередженість гірничих робіт; наявність транспортних комунікацій на робочих горизонтах.

На ефективність ведення гірничих робіт при транспортній системі розробки роблять впливає довжина фронту робіт, число вибоїв і їх розосередження, розміщення відвалів, інтенсивність використання фронту розкривних і відвальних робіт, напрями вантажопотоків і відстані транспортування порід у відвали, організація розкривних і видобувних робіт і т.д.

Одним з найбільш трудомістких в дорогих процесів транспортної системи розробки є власне транспортування розкривних порід і корисної копалини. Вибір виду кар'єрного транспорту проводиться з урахуванням гірничотехнічної характеристики родовища, об'ємів і інтенсивності виробництва гірничих робіт.

Доцільність застосування того або іншого виду транспорту встановлюється на підставі техніко-економічних розрахунків. В окремих випадках вид транспорту обумовлюється конкретними гірничотехнічними умовами родовища. Області ефективного застосування транспортних



систем розробки з автомобільним (автосамоскиди вагою 40 т, екскаватори ЕКГ-8 і бульдозери), залізничним (електровози зчіпною вагою 180 т, думпкери вантажопідйомністю 180 т, екскаватори ЕКГ-8) і конвеєрним (ротаторний екскаватор ЕРШР-1600, система стрічкових конвеєрів і відвалоутворювач) транспортом на кар'єрах України з м'якими розкривними породами.

При річній виробничій потужності кар'єру 5...5,5 млн. м³ і дальності транспортування 1...1,15 км доцільне застосування автомобільного транспорту. При відстані транспортування від 1,3 до 5,8 км і виробничій потужності відповідно від 5,5 до 25 млн. м³ ефективне застосування конвеєрного транспорту. Застосування залізничного транспорту раціональне при дальності транспортування понад 3...3,5 км.

Із зростанням об'ємів виробництва розкривних робіт різко знижуються питомі приведені витрати при конвеєрному транспорті. При збільшенні продуктивності кар'єру по розкривних породах з 5 до 25 млн. м³ питомі витрати при конвеєрному транспорті зменшуються в 2,1...2,5 рази, при залізничному транспорті – на 18...21 %, при автомобільному транспорті – на 2...7 %.

Система розробки з конвеєрним транспортом.

Транспортна система розробки із застосуванням стрічкових конвеєрів застосовується при розробці горизонтальних і пологих родовищ з м'якими розкривними породами [39].

Переваги цього виду транспорту: потоковість процесу і звідси висока продуктивність устаткування; можливість транспортувати гірничі породи під кутом підйому до 18°; висока продуктивність праці і відносно низька собівартість розробки. Система застосовується для відробітку всієї товщі розкривних порід або тільки верхньої частини розкривних порід при комбінованій системі, коли нижня частина товщі порід розробляється по безтранспортній або транспортно-відвальній системі розробки. В Україні створені комплекси машин безперервної дії продуктивністю 500, 1000 і 5000 м³ /год. Ці комплекси включають ротаторні екскаватори, систему стрічкових конвеєрів і консольні відвалоутворювачі для прийому порід



розкривних породах з відвальних конвеєрів і укладання їх у відвал. До складу комплексів устаткування входять також стрічкові перевантажувачі, завантажувальні і розвантажувальні пристрої, самохідні кабельні барабани і т.д.

При розробці горизонтальних і пологих пластів по транспортній системі із застосуванням стрічкових конвеєрів порода розміщується в зовнішні або внутрішні відвали.

На рис. 4.1 показані схеми транспортної системи із зовнішнім відвалоутворенням при розробці розкривних порід роторними і одноковшовими екскаваторами.

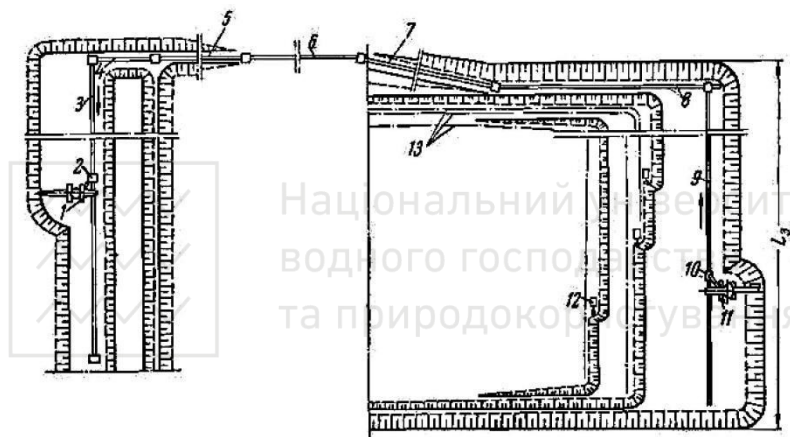


Рис. 4.1. Транспортна система розробки з конвеєрною доставкою породи на зовнішні відвали:

- 1 – консольний відвалоутворювач; 2 – розвантажувальний візок;
- 3 – відвальний конвеєр; 4 – поперечний конвеєр на відвалі;
- 5 – нахилений конвеєр на відвалі; 6 – магістральний конвеєр;
- 7 – нахилений конвеєр в кар’єрі; 8 – поперечний конвеєр в кар’єрі;
- 9 – вибійний конвеєр; 10 – завантажувальний бункер;
- 11 – роторний екскаватор; 12 – видобувні екскаватори; 13 – осі транспортних комунікацій для доставки корисної копалини

Транспортну систему розробки з переміщенням порід в зовнішні відвали конвеєрами застосовують на діючих залізрудних кар’єрах (Михайлівський, Лебединський, Стойленський, Чернінський, Погремецький і ін.) і запроектованих, де питома вага розкривних робіт, що



виконуються роторними комплексами продуктивністю 1000, 1500 і 4500 м³/год, досягає 60% від загального об'єму розкривних породах. Цю систему застосовують також на Грушевському кар'єрі марганцеворудного басейну Нікопольського для транспортування порід з верхніх уступів при комбінованій системі розробки.

Порода на горизонтальних родовищах відпрацьовується одним або кількома уступами з доставкою розкривних порід стрічковими конвеєрами на внутрішні відвали.

Тип і продуктивність гірничотранспортного устаткування встановлюється відповідно до виробничої потужності кар'єру, потужності пласта і величини коефіцієнта розкриття. Виходячи з технологічних параметрів розкривного устаткування визначають висоту розкривних і відвальних уступів і необхідну висоту підйому породи від відмітки робочого майданчика по розкривних породах до рівня відвального конвеєра. Відвали, як правило, відсипляються в два яруси, що дозволяє використовувати консольні відвалоутворювачі для верхнього і нижнього відсипання породи.

Система розробки з внутрішніми відвалами ефективна при розробці родовищ з великою потужністю розкривних порід; вона допускає комплексну механізацію і автоматизацію всіх основних виробничих процесів на кар'єрі і дозволяє отримати високу продуктивність праці (див. табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Продуктивність розкривного обладнання

Спосіб переміщення фронту робіт	Продуктивність обладнання (тис. м ³ /рік) при довжині фронту робіт, м			
	1300	1600	2000	2400
Паралельний	11749	11764	11773	11783
Віяльний:				
третій спосіб утворення	9987	9999	10007	10015
віяла				
четвертий спосіб утворення віяла	10819	10832	10841	10850



Система розробки із залізничним транспортом.

Система розробки із залізничним транспортом ефективна при великих вантажообігах і значних відстанях транспортування. На кар'єрах при вантажообігу 20...25 млн. м³ на рік ефективна відстань транспортування гірничої маси досягає 10...15 км., а іноді і більше. Економічна ефективність застосування залізничного транспорту зростає із зростанням вантажообігу і знижується із збільшенням глибини кар'єру. Із збільшення відстані транспортування вартість перевезення 1 т гірничої маси росте, а вартість 1 т·км знижується. У калькуляції вартості 1 т·км перевезень 40...50 % доводиться на заробітну плату, близько 35 % – на амортизаційні відрахування і витрати на матеріали і 15...20 % – витрати на ремонт [34].

Оскільки екскаватори в очікуванні обміну складів простоюють до 20...30 %, а іноді і більше робочого часу, при виборі схем розвитку колій слід виходити з вимог максимального забезпечення їх вибоїв залізничними складами шляхом пристрою незалежних забійних колій і обмінних пунктів. Для вантаження в засоби залізничного транспорту застосовують як одноковшові екскаватори (зазвичай механічні лопати, іноді – драглайни) з ємкістю ковша 4,6...12 м³, так і багатоковшові ланцюгові і роторні екскаватори відповідної продуктивності.

Відвали на кар'єрах можуть бути обладнані плугами, одноковшовими екскаваторами або спеціальними відвалоутворювачами – абзетцерами. Залізничні колії можуть мати ухил до 30...40 ‰. Більшість експлуатованих кар'єрів, що будуються і проєктованих, мають широку колію розміром 1524 мм. Як локомотиви на кар'єрному транспорті використовуються електровози із зчіпною вагою від 75 до 150 т, думпкари вантажопідйомністю від 60 до 180 т. Вага складів досягає 1000-1200 т.

Основні елементи системи розробки [41]: висота уступу, ширина заходки, довжина блоку, довжина фронту робіт, кути укосів робочих уступів і інші елементи встановлюють з урахуванням гірничогеологічних і технічних умов розробки. При розробці м'яких порід висоту уступу приймають зазвичай



рівною висоті черпання екскаватора. Стосовно різних моделей кар'єрних екскаваторів ЕКГ-4,6, ЕКГ-8 і ЕКГ-12,5 допустимі значення висоти уступів складають відповідно 10; 13 і 16,5 м.

Розміри робочих майданчиків зумовлюються: шириною заходки; шириною транспортних смуг; шириною смуги для розміщення додаткового устаткування і проїзду допоміжного транспорту; шириною берми безпеки і шириною резервної смуги [41]. Резервну смугу залишають у кожному конкретному випадку відповідно до умов і режиму роботи кар'єрів. Ширина заходки для екскаваторів ЕКГ-4,6 і ЕКГ-8 складає відповідно 14...16 і 16...20 м.

Для вітчизняних роторних екскаваторів ЕРГ-400 і ЕРГ-1600 ширину заходки приймають рівною відповідно 15...20 і 40...80 м. Ширину транспортної смуги розраховують і встановлюють відповідно до виду транспорту і схеми колійного розвитку; числом колій або смуг руху, а також величиною між коліями. Відстань між осями суміжних вантажних колій визначається схемою розташування опор контактної мережі і складає 6...7 м. Смуга для розміщення додаткового устаткування (розміщення електромережі, прокладка трубопроводів, проїзд автотранспорту і бульдозера) приймається при залізничному транспорті рівною 6 м. Мінімальна ширина робочих майданчиків у разі застосування екскаваторів ЕКГ-4,6 і ЕКГ-8 складає відповідно 24...28 і 29...33 м.

При розробці м'яких порід на кожному розкривному горизонті розташовується 1...2 екскаватори. Довжина фронту гірничих робіт при залізничному транспорті істотно впливає на використання гірничотransпортного устаткування. Вибір цього параметра здійснюється з урахуванням гірничотехнічних умов родовища і виробничої потужності кар'єру. Довжина фронту робіт зазвичай складає 1500...2000 м, довжину блоку 600...1000 м. При розробці уступів висотою до 20 м екскаваторами ЕКГ-8 і локомотиво-составами вантажопідйомністю 900 т довжина фронту на уступі повинна бути не менше 1600 м при керівному підйомі 20 %; 1300 м – при 30 % і 1100 м – при 40 %. Найбільш ефективні схеми розробки з одним екскаватором на



розкривному горизонті. Установка на розкривному горизонті двох екскаваторів приводить до збільшення експлуатаційних витрат на 15...20 %, а при триблоковій розробці уступів - на 30...40 % порівняно з одноблоковою. Річне посування фронту робіт при розробці горизонтальних і пологих родовищ із застосуванням залізничного транспорту складає 100...250 м, досягаючи в окремих випадках 450...500 м. Система розробки із застосуванням колісного транспорту характеризується напрямом переміщення розкривних порід від вибоїв у відвали і ділиться на три групи: з перевезенням порід в зовнішні, з перевезенням порід у внутрішні відвали, а також одночасно в зовнішніх і внутрішніх.

Систему розробки з розміщенням розкривних порід у внутрішні відвали застосовують при розробці пласта корисної копалини на повну його потужність (рис. 4.2). При системі розробки з перевезенням порід на внутрішні відвали заздалегідь створюється вироблений простір необхідного об'єму. Тому в первинний період будівництва і експлуатації кар'єру породу транспортують на зовнішні відвали.

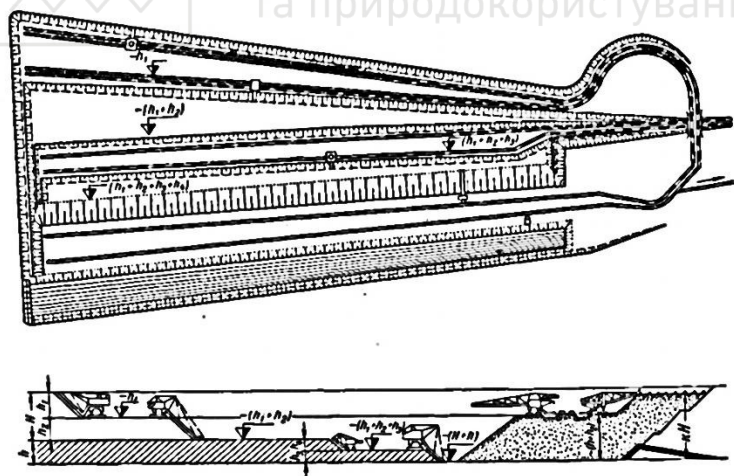


Рис. 4.2. Транспортна система розробки з перевезенням породи у внутрішні відвали залізничним транспортом при віяльному переміщенні фронту робіт



Вантажопотоки породи і корисної копалини розосереджені. Породні шляхи для транспортування корисної копалини перетинаються на різних горизонтах за допомогою шляхопроводу. Залізничні колії, що сполучають вибійні і відвальні пересувні колії, розташовуються на транспортних бермах в торцях кар'єру або можуть проходити через шляхопровід, що перетинає капітальну траншею. Економічність перевезень і системи розробки в цілому забезпечується при мінімальних підйомах і відстанях транспортування від вибоїв до пунктів розвантаження. Відвальні горизонти доцільно розташовувати нижче відповідних їм розкривних горизонтів, оскільки це дозволяє мати ухил колій у вантажному і в порожняковому напрямках. Для цього на відвалах окрім нижнього відсипання слід здійснювати і верхнє відсипання (рис. 4.3), регулюючи висоту розкривних підступів.

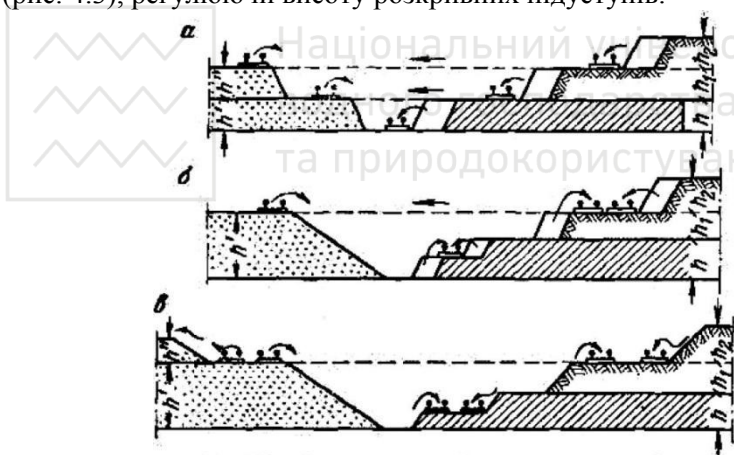


Рис. 4.3. Схема транспортного поєднання розкривних і відвальних горизонтів при залізничному транспорті гірських порід:
а – з виходом колій зі розкривних уступів на відповідні горизонти відвалу; б – з виходом колій з розкривних уступів на один горизонт відвалу; в – з комбінованою відсипкою

Таке рішення сприяє максимальному збільшенню вантажопідйомності локомотиво-составів, скороченню витрат електроенергії і отриманню вищих техніко-економічних



показників роботи кар'єрного транспорту. Дану систему застосовують при розробці буровугільних родовищ за допомогою ланцюгових або роторних екскаваторів.

На рис. 4.4 показана система розробки з перевезенням породи на внутрішні відвали при віяльному переміщенні фронту робіт. Систему розробки з вивезенням розкривних порід залізничним транспортом на зовнішні відвали (рис. 4.4) застосовують, якщо розкривні породи неможливо розміщувати у виробленому просторі кар'єру.

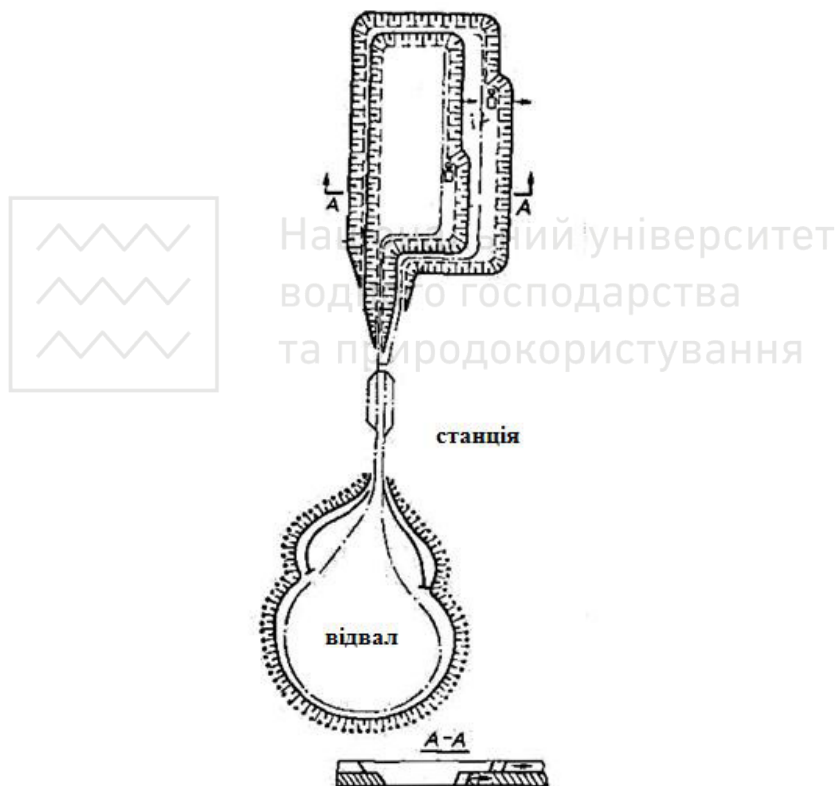


Рис. 4.4. Система розробки з вивезенням розкривних порід залізничним транспортом на зовнішні відвали

Система розробки з переміщенням розкривних порід на зовнішні відвали менш економічна, ніж система з внутрішнім



відвалоутворенням, оскільки подолання великих підйомів і відстаней транспортування знижує пропускну спроможність транспортних комунікацій і продуктивність устаткування.

Потужність локомотивів, тип і вантажопідйомність вагонів для транспортування порожніх порід на зовнішні відвали, а залежно від цього і верхня будова залізничної колії визначаються на загальних підставах залежно від масштабу робіт.

Потужність екскаваторів також залежить від гірничотехнічних умов і масштабу виробництва. При розробці м'яких порід застосовуються екскаватори типу механічної лопати (ЕКГ-4,6, ЕКГ-12), а іноді драглайни (ЕШ-8/60), багатоковшові ланцюгові або роторні екскаватори. Основні елементи системи – висоту уступу, ширину заходки, довжину блоку і фронту робіт, кути укосу робочих уступів встановлюють з урахуванням гірничогеологічних і технологічних умов.

Відвальні роботи повинні бути механізовані відповідно до прийнятої механізації розкривних робіт, масштабу робіт і фізико-механічної характеристики розміщених у відвалах порід. Витрати на відвалоутворення складають до 15...25 % загальних витрат на розкривні роботи, а число робочих, зайнятих на відвалах, досягає 25...30% всіх працюючих на розкривній ділянці.

Система розробки з автомобільним транспортом.

Автомобільний транспорт за технологічними і експлуатаційними умовами забезпечує: високу продуктивність вантажного устаткування; незалежність роботи розкривного і видобувного устаткування при роботі по фронту і в ділянках торців кар'єру; повноту виймання; можливість усереднення якості корисної копалини; роздільне виймання по сортах і т. д.

При системі розробки із зовнішніми відвалами (рис. 4.5) вантаження породи в автомобільний транспорт проводять механічними лопатами і рідше екскаваторами-драглайнами. Ємкість ковшів екскаваторів повинна узгоджуватися з ємкістю кузова автосамоскидів. Ефективність роботи екскаваторів і автотранспорту залежить від прийнятої схеми заїздів автомобілів під вантаження до екскаватора і правильної



організації маневрів автомобілів при вантаженні і розвантаженні породи. При роботі механічних лопат і драглайнів застосовують нижнє і верхнє вантаження автомашин; найбільш продуктивне нижнє вантаження з розташуванням автомобілів на одному горизонті з екскаватором. Верхнє вантаження може бути виправдане тільки при невеликій висоті уступів і добре спланованому майданчику для під'їзду автомашин.

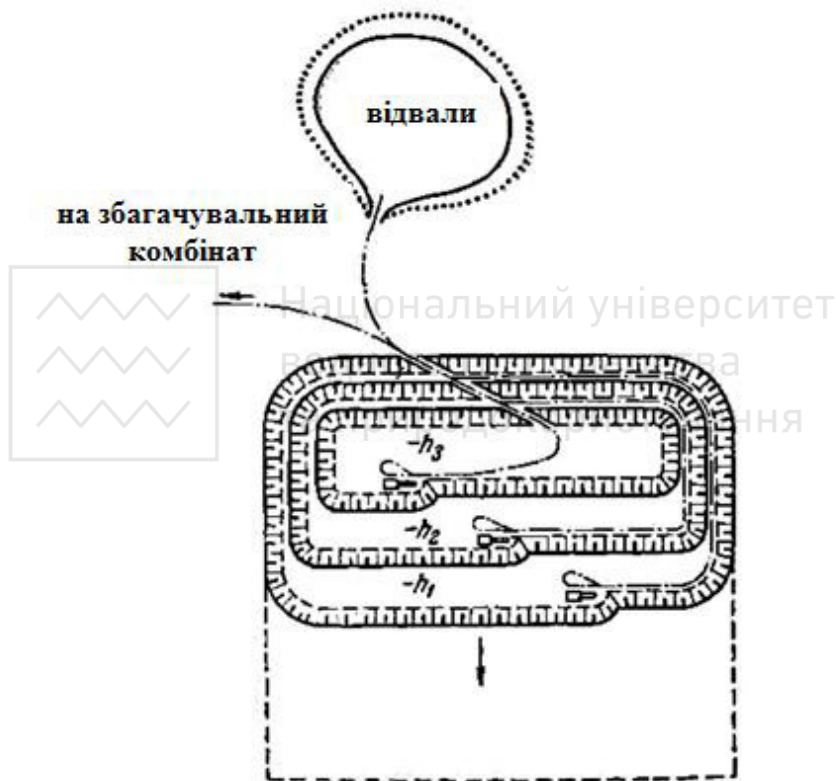


Рис. 4.5. Система розробки з вивезенням розкривних порід автомобільним транспортом на зовнішні відвали

Розрізняють під'їзди наскрізні, з петлевим розворотом і з тупиковим розворотом. Залежно від числа автомашин, що одночасно знаходяться під вантаженням, приймають одиночну (рис. 4.6, а, б) і спарену (рис. 4.6, в, г) установку автосамоскидів.



Тривалість робочого циклу і технічна продуктивність екскаваторів залежать від правильності вибору елементів екскаваторних вибоїв: ширина заходки і висоти уступу.

У табл. 4.2 наведені значення середньої тривалості маневрів залежно від схеми під'їзду автосамоскидів і мінімальної ширини майданчика для автосамоскидів.

Таблиця 4.2

Величини, які характеризують схеми під'їзду автосамоскидів до екскаватора

Ширина площадки, м, при автосамоскидах			Схема под'їздів	Час на маневри, с
МАЗ-4581N2-520-020	МАЗ-5550С3-520-000	МАЗ-6501С9-520-021		
11	12	15	наскрізна	до 10
20	30	30	петлева	20-25
12	15	17	тупикова	50-60

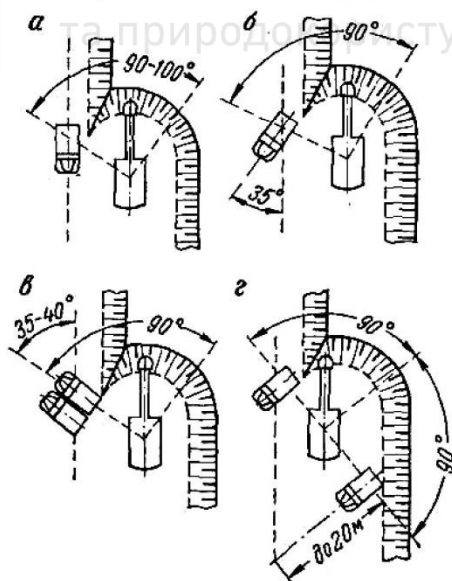


Рис. 4.6. Схеми установки автосамоскидів під завантаження



Довжина блоків в м'яких породах у разі застосування екскаваторів ЕКГ-4,6 і автомобільного транспорту рекомендується від 120...150 до 600 м.

Систему розробки з внутрішніми відвалами при автотранспорті застосовують за наявності порід з достатньою несучою здатністю, для нормальної прохідності автотранспорту.

Техніко-економічні показники роботи автотранспорту визначаються вантажопідйомністю автомашин, дальністю транспортування, вантажообігом і глибиною кар'єру, а також організацією гірничих робіт. В калькуляції собівартості 1 т·км автоперевезень зарплата водіїв і обслуговуючого персоналу машин складає 25...30 %, поточний ремонт самоскидів 25...30 %, амортизація близько 20 %. Досвід роботи вітчизняних підприємств показав, що із збільшенням вантажопідйомності автосамоскидів підвищується їх продуктивність і скорочується собівартість транспортування.

Комбінований транспорт застосовують при розробці горизонтальних родовищ з м'якими гірськими породами.

Застосування цього виду транспорту порід або корисної копалини обумовлюється складними гірничотехнічними умовами і значним видаленням відвалів або збагачувальної фабрики від кар'єру. Дану систему застосовують в таких поєднаннях: автомобільний і залізничний транспорт; автомобільний і конвеєрний; конвеєрний і залізничний, конвеєрний і гідравлічний.

На кар'єрі «Фортуна» (Німеччина) застосовують комбінований транспорт. Залізничний транспорт використовують як внутрішньокар'єрний і доставляє породу до стаціонарного перевантажувального пункту, звідки порода поступає на конвеєр торця і з нього передається на відвальний конвеєр. З відвального конвеєра порода за допомогою перевантажувального пристрою передається на відвалоутворювач і останнім розміщується у відвалі [31].

На Лебединському і Стойленському кар'єрах застосовують комбінований автомобільно-залізничний, автомобільно-конвеєрно-залізничний і конвеєрно-гідравлічний



транспорт розкривних порід. Застосування конвеєрно-гідравлічного транспорту на Лебединському кар'єрі дозволило отримати значний техніко-економічний ефект. Порода від роторного екскаватора ЕРГ-400/1000 системою стрічкових конвеєрів подається в проміжний пристрій ємкістю 1,5 тис. м³, де розмивається гідромоніторами, і гідросуміш по ухилу 8-100 самопливно поступає в зумпф стаціонарно встановленого землесоса. Потім по пульпопроводу діаметром 700 мм і протяжністю 3,9 км. пульпу транспортують в гідровідвал.

Продуктивність праці при такій організації транспорту в 1,8 рази вище, ніж при роботі механічних лопат з вантаженням відповідно на залізничний і в 3 рази вище, ніж на автомобільний транспорт. Собівартість розробки розкривних порід при конвеєрно-гідравлічному виді транспорту на Лебединському кар'єрі менше, ніж при залізничному транспорті в 1,3 і 1,6 разу, чим при автотранспорті.

На Стойленському залізорудному кар'єрі застосовують комбінований автомобільно-залізничний транспорт. На перевантаженні породи працює екскаватор ЕКГ-4,6. Потім у зв'язку з поглибленням гірничих робіт і збільшенням відстані транспортування автосамоскидами на кар'єрі був упроваджений комбінований автомобільно-конвеєрно-залізничний транспорт, а з 1968 р. там застосовували комбінований автомобільно-гідравлічний транспорт. Застосування комбінованого транспорту дозволило збільшити продуктивність автосамоскидів.

Ефективність комбінованого виду транспорту, особливо при внутрішньокар'єрному автомобільному транспорті, який застосовують у поєднанні з залізничним для транспортування корисної копалини, обумовлюється технологічною схемою транспорту. У конкретних гірничотехнічних умовах родовища для оцінки ефективності технологічної схеми транспорту корисної копалини встановлюється ступінь узгодженості теоретичної і дійсної відстаней транспортування від кар'єру до розвантажувальних пристроїв збагачувальної фабрики.

Ступінь узгодженості теоретичного напрямку руху запасів в межах родовища з дійсним напрямом вантажопотоку корисної



копалини всередині кар'єру і по поверхні може бути виражена коефіцієнтом

$$k_c = \frac{L_D}{L_T} = \frac{R}{Q_K L_T}, \quad (4.1)$$

де R – дійсна робота по транспортуванню корисної копалини, яка виконується за весь строк служби кар'єру, т·км;

Q_K – запаси корисної копалини в межах кар'єрного поля, т;

L_D – дійсна відстань транспортування від кар'єру до пункту розвантаження (збагачувальної фабрики), км;

L_T – теоретична відстань транспортування від центру тяжіння запасів корисної копалини в межах кар'єрного поля до збагачувальної фабрики, км.

Теоретична відстань транспортування корисної копалини визначається як найкоротша відстань між центром тяжіння запасів родовища (кар'єрного поля) і збагачувальною фабрикою. При здійсненні вантажотransпортного зв'язку горизонтів видобутку з поверхнею схема транспорту включає доставку корисної копалини всередині кар'єру (автотранспортом) L_K і по поверхні до збагачувальної фабрики залізничним транспортом $L_{ПОВ}$ тобто

$$L_D = L_K + L_{ПОВ}, \text{ м}, \quad (4.2)$$

Відстань транспортування корисної копалини всередині кар'єру залежить від схеми розрізу кар'єрного поля, числа і виду розкривних виробок. За наявності стаціонарної розкривної виробки довжина транспортування всередині кар'єру складає

$$L_K = l_T + l_{II} + \frac{L + B}{2} k_{ТР}, \text{ м}, \quad (4.3)$$

де l_T – відстань транспортування по виїзній траншеї, м;

l_{II} – те ж, але поверхні, м;

$k_{ТР}$ – коефіцієнт розвитку траси;

L і B – довжина і ширина кар'єрного поля, м.



При тимчасових розкривних виробках довжина транспортування всередині кар'єра складе

$$L_K = l_T + l_{II} + \frac{L + \Pi_{\Gamma} t}{2} k_{TP, M} \quad (4.4)$$

де L – відстань транспортування по з'їздах, м;

Π_{Γ} – річне посування фронту робіт кар'єру, м;

t – строк служби, років.

При стаціонарних з'їздах, що проводяться на весь термін існування кар'єру, вартість транспортування 1 т корисної копалини складається з витрат на транспорт усередині кар'єру і на поверхні. При тимчасових з'їздах до вартості транспортування слід додати питомі витрати на проведення з'їздів у міру переміщення борту кар'єру, додаткове рознесення борту кар'єру по розкривних породах і врахувати зміну вартості транспортування на поверхні при перенесенні складів (або пункту перевантаження) услід, за перенесенням тимчасового з'їзду.

Основні техніко-економічні показники роботи різних видів транспорту при розробці м'яких розкривних порід на вітчизняних кар'єрах наведені в табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Основні техніко-економічні показники роботи роторних екскаваторів і стрічкових конвеєрів на кар'єрах

Показники	Кар'єр	
	Шевченківський	Запорізький
Об'єм річної розкривних породах, тис. м ³	7676,2	9926,7
Відпрацьовано (фактич.), год	3740,0	6096,0
Середньогодинна продуктивність, м ³	2650	1628,4
Коефіцієнт використання календарного часу	0,43	0,70



4.2. Комбіновані системи при відпрацюванні горизонтальних і пологопадаючих родовищ

Комбіновані системи застосовують на родовищах, де всі розкривні роботи не можуть бути виконані по одній з найбільш економічних систем - безтранспортній або транспортно-відвальній. При цьому велику частину розкривних порід прагнуть відпрацювати з переміщенням на внутрішні відвали по найкоротшій відстані. Іншою причиною для застосування комбінованих систем є неможливість забезпечення планової виробничої потужності кар'єру при використанні максимальних лінійних параметрів устаткування, зайнятого для здійснення безтранспортної або транспортно-відвальної систем розробки.

У разі застосування комбінованої системи розробки для видалення всієї товщі розкривних порід на горизонтальних і пологих родовищах можливі різні поєднання гірничо-транспортного устаткування (табл. 4.4).

Комбінація безтранспортної і транспортної систем розробки. Безтранспортна система розробки на нижніх розкривних уступах і транспортна на верхніх уступах застосовуються для розробки горизонтальних і похилих вугільних родовищ - Богословського, Райчихинського, Черепковського, Назарівського і ін. При цьому на ряді кар'єрів розкривні породи перед розробкою екскаваторами піддається буропідривному рихленню [25].

Комбіновану систему застосовують при розробці Богословського родовища (рис. 4.7): вугільний пласт має складну будову, середня його потужність складає 28...33 м. Загальна потужність розкривних порід досягає 100...125 м, середня 80 м. Таку ж систему застосовують для розробки розкривних порід на Богданівському марганцеворудному кар'єрі (рис. 4.8), де нижній уступ відпрацьовують по ускладненій безтранспортній системі з використанням екскаваторів ЕШ-8/60, ЕШ-10/60, ЕШ-14/75, ЕШ-15/90 і ЕШ-25/100. Верхні уступи відпрацьовують по транспортній системі екскаваторами ЕКГ-4,6 і ЕКГ-8 з вивезенням розкривних порід залізничним транспортом.

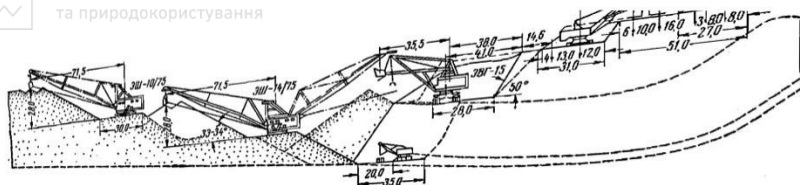


Рис. 5.7. Комбінація ускладненої без транспортної і транспортної систем при розробці Богословського буровугільного родовища

Таблиця 4.4
Технологічні схеми комбінованої системи розробки

Принцип дії	Нижній уступ		Верхні уступи	
	Система розробки	Обладнання	Система розробки	Обладнання
1. Циклічний	Безтранспортна	Механічні лопати, драглайни, механічні лопати і драглайни	Транспортна	Автотранспорт, залізничний транспорт
2. Неперервний	Транспортно-відвальна	Багатоковшові екскаватори, консольні відвалоутворювачі, транспортно-відвальні мости	Транспортна	Конвеєрний транспорт, гідротранспорт
3. Циклічний і неперервний	Транспортно-відвальна	Одноковшові екскаватори, консольні відвалоутворювачі	Транспортна	Поєднання різних видів транспорту: циклічного і неперервної дії

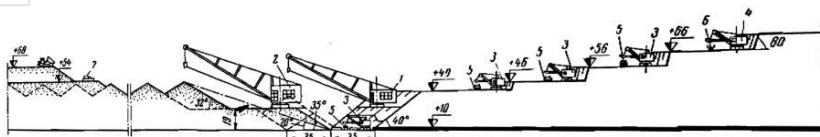


Рис. 4.8. Комбінація ускладненої без транспортної і транспортної систем розробки на Богданівському кар'єрі (Східна ділянка):
1,2 – драглайни; 3,4 – механічні лопати; 5 – автосамоскид; 6 – думпкар;
7 – бульдозер на відвалі

Комбінація транспортно-відвальної системи з транспортною. Комбінована система з консольним відвалоутворювачем на нижньому розкривному уступі прийнята для розробки ряду ділянок марганцеворудних родовищ Нікопольського басейну. Роторний екскаватор ЕРШР-2600 розробляє нижній розкривний уступ і вантажить породу на консольний відвалоутворювач ОШ-11200/220, який передає її на внутрішній відвал. Екскаватор ЕРШР-1600 розробляє верхній розкривний уступ і вантажить породу на стрічкові конвеєри, з яких породу передають на консольний відвалоутворювач ОШР-5000/90, що розміщує її у внутрішній відвал.

Комбінована система розробки застосовувалася на Шевченківському кар'єрі, де середня потужність пласта марганцевої руди складає 1,85 м, потужність розкривних породах 35...37 м. Нижній уступ відпрацьовують по транспортно-відвальній системі із застосуванням транспортно-відвального моста і роторного екскаватора ЕРГ-1600. Верхній уступ відпрацьовують роторним екскаватором ЕРГ-1600 з відвантаженням породи на стрічковий конвеєр. Приймання породи з відвального конвеєра і її розміщення у відвалі здійснюються консольним відвалоутворювачем ОШ-4500/90.

Таку ж комбіновану систему застосовують при відпрацюванні першої черги Грушевського кар'єру, де потужність горизонтального пласта марганцевої руди складає близько 2 м, розкривних порід – в середньому 61 м. У розкривній товщі, представлений м'якими породами, є пласт вапняків середньою потужністю 5 м, для відпрацювання якого використовуються однокорові екскаватори з навантаженням



породи в автосамоскиди. Згідно проекту нижній уступ висотою 32 м відпрацьовують по транспортно-відвальній системі комплексом устаткування у складі роторного екскаватора ЕРГ-1600/31 і консольного відвалоутворювача ОШР-4500/180.

Верхні уступи відпрацьовують по транспортній системі роторними екскаваторами ЕРГ-350 з вантаженням на стрічкові конвеєри.

Комбінована система розробки із застосуванням устаткування циклічної і безперервної дії. На родовищах зі складними гідрогеологічними умовами застосування транспортно-відвальної системи утруднене із-за необхідності установки важкого устаткування безперервної дії на покрівлі або ґрунті пласта корисної копалини. У цих умовах доцільно встановлювати машини транспортно-відвального комплексу вище за покрівлю пласта корисної копалини.

При комбінованій системі розробки, коли нижня частина товщі розкривних порід поділяється по висоті на два уступи, можливі різні поєднання гірничорозкривного устаткування. Нижній (надрудний) уступ може відпрацьовуватися по безтранспортній, транспортно-відвальній або транспортній системі, верхній – устаткуванням циклічної або безперервної дії.

Питання для самоперевірки, повторення

1. Як обґрунтувати доцільність застосування того або іншого виду транспорту?
2. Які переваги системи розробки з конвеєрним транспортом?
3. Охарактеризуйте систему розробки із залізничним транспортом.
4. Охарактеризуйте систему розробки із автомобільним транспортом.
5. Поясніть комбінацію безтранспортної і транспортної систем розробки.
6. Поясніть комбінацію транспортно-відвальної системи з транспортною.
7. Охарактеризуйте комбіновану систему із застосуванням устаткування циклічної і безперервної дії.



РОЗДІЛ 5

ЕЛЕМЕНТИ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ ПРИ РОЗРОБЦІ ПОХИЛИХ І КРУТОПАДАЮЧИХ РОДОВИЩ

5.1. Загальні відомості

Похилі та крутопадаючі родовища розробляють по транспортній системі з переміщенням розкривних порід на зовнішні відвали. Зовнішні відвали можуть бути розташовані на значних відстанях від кар'єру на безрудних площах, непридатних для будівництва і сільськогосподарських робіт. При розташуванні відвалів прагнуть використовувати сприятливий рельєф місцевості (балки, яри). Тільки в деяких випадках можливе часткове розміщення розкривних порід у внутрішніх відвалах. У зв'язку з тим, що похилі і крутопадаючі родовища можуть мати різне розташування щодо рівня земної поверхні, розробку їх проводять кар'єрами нагірного, глибинного і змішаного типів [41].

Для транспортування гірської маси при розробці похилих і крутопадаючих родовищ застосовують різні види кар'єрного транспорту. Частка видів транспорту в загальному об'ємі перевезень неоднакова. Більше 50 % гірської маси, що видобувається, на рудних і вугільних кар'єрах перевозять засобами залізничного транспорту; близько 40 % гірської маси на рудних і 30 % на вугільних кар'єрах транспортують автосамоскидами. Решту об'ємів гірської маси переміщують за допомогою гідротранспорту, конвеєрами.

Основні елементи систем: довжина фронту робіт; висота уступу; ширина робочого і транспортного майданчика; інтенсивність відпрацювання кар'єру.

Довжина і ширина кар'єрного поля впливають на протяжність фронту гірничих робіт і залежать від конфігурації родовища. За умовами організації вантажно-транспортних робіт довжину кар'єрного поля при залізничному транспорті приймають не більше 2,5...3,0 км.

Зміна об'єму розкривних порід в контурах кар'єру при розрізі родовища з боку покладу тупиковими траншеями при залізничному транспорті і петлевими – при автомобільному



транспорті залежно від глибини кар'єру. Об'єми розкривних порід в контурах кар'єру при використанні автотранспорту на 13...15 % менше, ніж при залізничному транспорті. Коефіцієнт розкривних порід при автотранспорті залежно від глибини кар'єру на 0,75...1,8 м³/м³ нижче, ніж при залізничному.

Скорочення об'ємів розкривних порід в контурах кар'єру при використанні автотранспорту досягається за рахунок збільшення кута укосу неробочого борту кар'єру, на якому розташовуються транспортні комунікації. При порівнянні коефіцієнтів розкривних порід на кар'єрах Північного і Інгuleцького гірничозбагачувальних комбінатів їх значення опинилося при автотранспорті відповідно на 18 і 44 % менше, ніж при залізничному [29].

Похили і крутопадаючі родовища відпрацьовують в основному при паралельному розвитку фронту робіт. При розрізі спіральними траншеями родовища відпрацьовуються з віяльним переміщенням фронту робіт. При паралельному посуванні фронту робіт, залежно від способу розрізу родовища і напрямку його переміщення, варіанти транспортної системи розробки можна класифікувати таким чином:

I. З поздовжньою підготовкою і поперечним переміщенням фронту робіт (рис. 5.1, а).

II. З поперечною підготовкою і повздовжнім переміщенням фронту робіт (рис. 5.1, б).

III. З поперечною підготовкою і розвитком робіт від центру кар'єру до його флангів (рис. 5.1, в).

IV. З повздовжньою підготовкою і розвитком робіт від центру кар'єру до його бортів (рис. 5.1, г).

При цьому перші два варіанти характеризуються стаціонарним розташуванням розкриваючих виробок. Найбільш характерними для сучасних кар'єрів є I і III варіанти транспортної системи розробки.

Оцінку і вибір ефективного (у конкретних умовах) варіанту системи розробки проводять на основі порівняння об'ємів гірничо-будівельних робіт, величини внутрішньокар'єрної відстані транспортування, об'ємів робіт з



підготовки горизонтів, величини робочої зони і протяжності фронту робіт кар'єру.

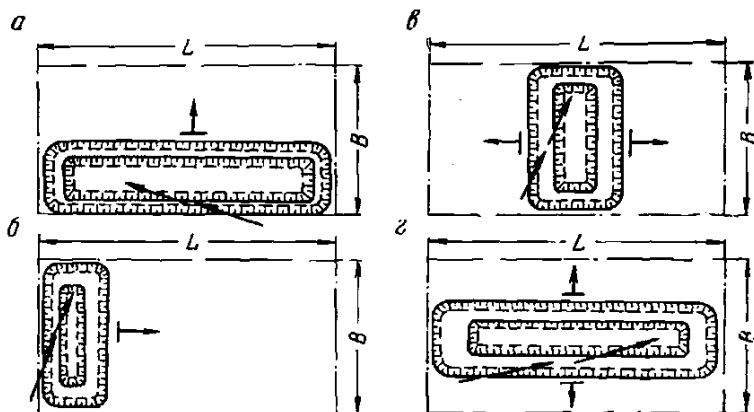


Рис. 5.1. Варіанти підготовки і розвитку фронту робіт при транспортній системі розробки нахилених і крутопадаючих покладів

Порівняння об'ємів гірничокапітальних робіт показує, що вони на 35...60 % менші при III варіанті, тому терміни будівництва і капіталовкладення при варіанті транспортної системи розробки з поперечною підготовкою і розвитком робіт від центру кар'єру до його флангів будуть значно нижчі. Великий вплив на об'єми гірничокапітальних робіт при I варіанті надає кут падіння покладу родовища. Якщо кут погашення неробочого борту кар'єру співпадає з кутом падіння покладу, то об'єми гірничобудівельних робіт мінімальні. Збільшення кута падіння покладу приводить до збільшення об'ємів гірничобудівельних робіт. При збільшенні кута падіння покладу родовища з 40 до 900 об'ємів гірничобудівельних робіт збільшуються більш ніж в 2 рази. На відміну від цього для III варіанту характерна постійність об'ємів гірничобудівельних робіт, незалежно від кута падіння родовища.

Недоліком III варіанту є необхідність великого числа ковзаючих з'їздів. Високі темпи углубки кар'єру дозволяють рекомендувати цей варіант системи розробки тільки для застосування автомобільного або комбінованого транспорту,



коли транспортування гірської маси усередині кар'єру проводиться автотранспортом.

5.2. Висота уступу

При виборі висоти уступу керуються умовами безпеки ведення гірських робіт, фізико-механічними властивостями порід, типом вантажного устаткування і його раціональним використанням (див рис. 5.2). Висота уступу повинна забезпечувати необхідну продуктивність і ефективність робіт в кар'єрі [6].

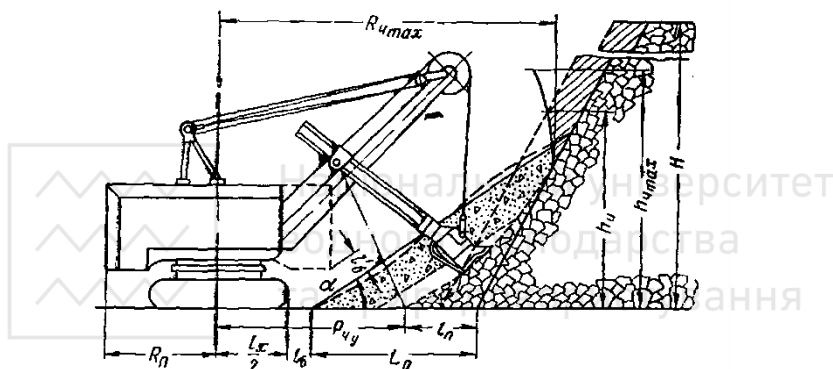


Рис. 5.2. Схема до визначення висоти уступу в скельних породах

Збільшення висоти уступу дозволяє: скоротити число горизонтів в кар'єрі, завдяки чому зменшується сумарна довжина шляхів, а отже, знижується вартість їх будівництва; підвищити продуктивність екскаватора унаслідок зменшення числа їх пересувань в вибої; застосувати потужніше і високопродуктивне гірничотранспортне устаткування; поліпшити техніко-економічні показники бурових робіт збільшенням чистого часу буріння свердловин і скороченням величини перебура в загальній довжині свердловини; зменшити загальний об'єм бурових робіт. Одночасно з цим велика висота уступу приводить: до збільшення ширини робочого майданчика за рахунок більшої ширини розвалу підірваної гірської маси; до вірогідності виникнення обвалень верхньої частини уступу і



підвищення небезпеки веденні гірничих робіт; до зменшення довжини фронту робіт; до зниження інтенсивності заглиблення кар'єру.

При встановленні висоти уступу враховують спосіб виймання гірських порід. При валовій виїмці висоту уступу встановлюють максимально допустимою по параметрах вантажного устаткування і по правилах технічної експлуатації. Селективна виїмка зумовлює зменшену висоту уступу і виділення (якщо це можливо) горизонтів з різною якісною характеристикою гірських порід. Це дозволяє зменшити втрати корисної копалини. При похилих і крутопадаючих родовищах, міцних гірських порід, висота екскаваторного уступу визначається наступними чинниками: властивостями зірваної гірської маси (коефіцієнт розпушування, кусковатість, злежуваність, наявність глинистих включень), характером і параметрами процесу обвалення порід при підробці забою (об'єм, частота і тривалість обвалення, ширина розвалу) і робочими параметрами екскаваторів – радіусом R_{uy} і максимальною висотою черпання $h_{чmax}$.

Обрушення порід по характеру, об'єму і тривалості протікання процесу бувають різними. При хорошій якості дроблення ($d_{cp} < 35 \text{ см}$) і розпушення зірвана порода набуває властивостей сипкого середовища і схильності до обвалення дрібними порціями, навіть при незначній підробці забою (обвалення декількома хвилями). Нерівномірне дроблення підірваного середовища в деяких випадках викликає одночасне обвалення значного об'єму порід (однією хвилею). При цьому екскаватор може не встигнути відійти на безпечну відстань.

При визначенні допустимої висоти уступу за основний початковий параметр приймають максимальну ширину розвалу обрушених порід по підшві вибою L_0 (рис. 5.2), яка обмежується радіусом черпання екскаватора на рівні установки

$$L_0 \leq R_{uy} - \frac{l_x}{2} - l_0 + l_n, \text{ м}, \quad (5.1)$$

де l_x – довжина ходу екскаватора, м;

l_0 – смуга безпеки, м;



l_n – довжина пологої ділянки траєкторії руху ковша екскаватора, м.

Розмір смуги безпеки l_6 визначається кусковатістю підірваної маси і величиною необхідного просвіту між поворотною частиною екскаватора і розвалом у момент його повороту на розвантаження.

Для підірваних порід дрібної ($d_{cp}=10...20$ см), середньої ($d_{cp}=20...35$ см) і крупної ($d_{cp}=35...50$ см) кусковатості величину l_6 рекомендується приймати відповідно 1, 2 і 3 м.

В табл. 5.1 наведені величини максимально допустимої висоти уступу при рівномірному розпушенні зірваних порід.

Таблиця 5.1

Максимально допустимі висоти уступу (по Ю.І. Белякову)

Екскаватор	Коефіцієнт розпушення	Висота уступу, м, при кусковатості зірваної породи			
		дрібною	середньою	крупною	наявність негабаритів
ЭКГ-4,6	1,02-1,35	12-14	11-13	10,5-12	10-11
ЭКГ-8	1,4-1,6	17-25	15-21	13-18	12-13
	1,02-1,35	14,5-18	13,5-16	13-14,5	12,5-13,5
	1,4-1,6	23-34	21-30	18-27	15-16

З табл. 5.1 видно, що при погано розпушеній гірничій масі і особливо при наявності негабаритів $H_{max} \leq (1,05...1,15)h_{чmax}$. Якщо якість дроблення породи хороша ($d_{cp}=20$ см), а $k_{cp}=1,5$, то максимальна висота уступа H_{max} може в 2,5...2,7 рази перевищити максимальну висоту черпання $h_{чmax}$ екскаватора при дотриманні безпечних умов його роботи.

На практиці подібна висота уступу (до 30 м) допускається у вугільних вибоях за умови утворення уступу під кутом 60° і систематичного усунення нависів у верхній його частині. Зазвичай максимальна висота уступу регламентується Правилами технічної експлуатації (ПТЕ) по умові $H_{max} \leq 1,15h_{чmax}$.

При розробці м'яких розкривних порід висота уступу не повинна перевищувати максимальну висоту черпання екскаватора, тобто $H_{max} \leq h_{чmax}$.



Одночасно з цим бажано, щоб висота уступу складала не менше $2/3$ висоти розташування напірного валу екскаватора, оскільки при меншій висоті уступу знижується продуктивність екскаватора, внаслідок незаповнення ковша при черпанні. При похилих і крутопадаючих родовищах оптимальну висоту уступу можна вважати рівною 12...15 м для екскаватора ЕКГ-4,6 і 17...20 м – для ЕКГ-8. У конкретних гірничотехнічних умовах висоту уступу вибирають відповідною найбільш безпечним і економічним умовам ведення гірничих робіт

5.3. Ширина робочого майданчика

Робочі площадки призначені для розміщення гірничотранспортного обладнання [36]. Мінімальну ширину L визначають параметрами гірничотранспортного обладнання і буровибухових робіт [22, 23]

$$L = A + x + T + z + c, \text{ м}, \quad (5.2)$$

де A – ширина заходки;

x – ширина розвалу породи;

T – ширина транспортної смуги;

z – ширина смуги безпеки;

c – мінімальний зазор між нижньою бровкою розвала і транспортною смугою.

Ширина розвалу залежить від властивостей порід, методів вибухових робіт, числа рядів свердловин, величини і форми заряду і може бути орієнтовно підрахована по формулах Е. Ф. Шешка

$$x = A \left(k_p \frac{h}{h_1} - 1 \right) + \frac{h}{2\psi}, \text{ м} \quad (5.3)$$

де h і h_1 – висота уступу відповідно до і після вибуху, м.

$$\psi = \frac{\operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta}, \quad (5.4)$$

де α, β – кути відкосу до і після вибуху, град.

Величину β і h_1 звичайно встановлюють дослідним шляхом $h_1 = (0,8 \dots 0,9)h$; $\beta = 20 \dots 35^\circ$.



Величина T при одній колії рівна 3 м, при двох коліях 7,5...15 і залежно від ширини між коліями. Найменша відстань між коліями допускається 4,5 м. При автомобільному транспорті ширину транспортної смуги визначають числом і шириною смуг руху.

Берма безпеки z , на якій забороняється розміщення гірничотранспортного устаткування, залежить від фізико-механічних властивостей порід і висоти уступу. Її величину можна визначити з виразу

$$z = h(ctg \gamma - ctg \alpha), \text{ м}, \quad (5.5)$$

де α – кут відкосу уступу ($65 \dots 80^\circ$), град;

γ – кут можливого обриву ($35 \dots 60^\circ$), град.

Це справедливо, якщо укiс уступу складає деякий кут α з підшвою уступу. У багатьох випадках профiль уступу при роботі екскаватора є кривою з деяким радіусом, яка переходить в пряму. При цьому висоту, необхідну для визначення ширини призми обвалення, слід зменшити на величину h_k , яку можна визначати

$$h_k = R_{\text{ч}}(1 - \cos \gamma), \text{ м}, \quad (5.6)$$

де $R_{\text{ч}}$ – радіус черпання екскаватора на рівні стояння, м.

При цьому ширину берми безпеки визначають

$$z = [h - R_{\text{ч}}(1 - \cos \gamma)](ctg \gamma - ctg \alpha), \text{ м}, \quad (5.7)$$

У рихлих породах ширина основи призми безпеки при її визначенні по формулі (5.7) зменшується до 50%. При залізничному транспорті ширину смуги безпеки іноді приймають рівною $(0,4 \dots 0,5)h$. При визначенні розмірів робочого майданчика слід передбачати смугу шириною 5...6 м для розміщення додаткового устаткування і проїзду допоміжного транспорту [8].

Встановлюючи розміри робочих майданчиків, слід мати на увазі, що вони разом з висотою уступу впливають на величину кута укосу робочого борту кар'єру, а значить, і на режим ведення гірничих робіт. Величину кута укосу визначають

$$tg \alpha = \frac{h}{L + hctg \alpha}. \quad (5.8)$$



На практиці величина кута укосу робочого борту кар'єру складає $16...25^0$. Зменшення кута укосу борта кар'єру при збільшенні ширини робочого майданчика приводить (особливо у верхній зоні кар'єру) до необхідності вилучення додаткових об'ємних розкривних порід, зростанню коефіцієнта розкривних порід, до додаткових капіталовкладень на придбання гірничотранспортного устаткування, що знижує техніко-економічні показники відкритої розробки родовищ. Ширина робочих майданчиків на кар'єрах складає $60...100$ м, знижуючись в деяких випадках до $40...45$ м.

5.4. Екскаваторний блок

Протяжність фронту робіт кар'єру залежить від його виробничої потужності і параметрів якісної характеристики родовища і фізико-механічних властивостей порід, вантажного і транспортного устаткування. Протяжність фронту робіт кар'єру представляє сумарну протяжність фронтів робіт окремих уступів.

Зазвичай на уступах залежно від їх довжини розташовують кілька екскаваторів. Число екскаваторів на уступі визначається типом екскаватора і вживаним видом транспорту, висотою уступу і міцністю гірських порід, оскільки всі перераховані вище чинники визначають необхідну протяжність фронту робіт одного екскаватора (довжину блоку). Довжина блоку впливає на інтенсивність відпрацювання уступу і продуктивність екскаватора і визначається в першу чергу можливістю організації нормального транспортного обслуговування вибоїв.

При залізничному транспорті відстань між двома суміжними вибоями повинна бути не менше сумарної довжини $2,5...3$ поїздів, оскільки при меншій довжині блоку їх транспортне обслуговуванню важче.

Це зумовлює довжину екскаваторного блоку в скельних породах рівну $400...500$ м. При автомобільному транспорті фронт робіт екскаватора становить $150...250$ м, а при уповільненому підриванні довжина блоку може бути зменшена до $50...100$ м [23].



Довжина блоку виходячи з необхідності забезпечення екскаваторів достатнім об'ємів підірваної гірської маси визначається

$$L_{\delta} \geq \frac{kQ}{dh}, \quad (5.9)$$

де k – коефіцієнт резерву, місяців;

Q – продуктивність екскаватора, м^3 ;

d – ширина зірваної смуги цілика, м;

h – висота уступу, м.

В свою чергу

$$d = w + (n - 1)a, \text{ м}, \quad (5.10)$$

де w – лінія найменшого опору, м;

n – число зірваних рядів;

a – відстань між рядами свердловин, м.

Довжину блоку можна визначити також і по формулі

$$L_{\delta} = \frac{(t_B + t_{o\delta} + t_c)Q}{Ah}, \quad (5.11)$$

де t_B – тривалість відпрацювання зірваної частини блоку, діб;

$t_{o\delta}$ – те ж, обуреної частини блоку, діб;

t_c – тривалість роботи одного з суміжних вибоїв при зупинці другого, діб;

A – ширина заходки, м.

Підготовлені для розробки блоки складають сумарний фронт робіт уступу, непідготовлені – є резервною частиною фронту робіт.

При річній виробничій потужності кар'єру $Q_{річ}$ довжині блоку L_{δ} і продуктивності окремих блоків q_{δ} можливе число блоків n_{δ} на уступах довжиною L_{cp} і необхідне число одночасно розроблених уступів m визначається по формулі

$$n_{\delta} = \frac{L_{cp}}{L_{\delta}}, \quad m = \frac{Q_{Г} L_{cp}}{q_{\delta} L_{\delta}}. \quad (5.12)$$

Число блоків в межах одного уступу обмежується виробничо-технічними умовами: при залізничному транспорті у



зв'язку з утрудненнями обмінних операцій число блоків не перевищує три, а при автомобільному транспорті може доходити до п'яти-шести блоків. При розробці родовищ великої потужності протяжність фронту робіт в різні періоди експлуатації може змінюватися в досить широких межах.

Протяжність фронту робіт при відповідній інтенсивності горизонтального просування і углубки повинна забезпечити річну виробничу потужність кар'єру по гірській масі.

5.5. Інтенсивність гірничих робіт на кар'єрах

При розробці похилих і крутопадаючих родовищ фронт робіт кар'єру безперервно переміщується до його граничного положення як в плані, так і по глибині. Постійна ширина заходки спрощує буропідривні, екскаваторні і шляхові роботи.

Швидкість просування фронту робіт за одиницю часу характеризує інтенсивність відробітку родовища і залежить від потужності пласта корисної копалини, виду вантажного і транспортного устаткування, а також виробничої потужності кар'єру. Велике значення при цьому має інтенсивність підготовки нових горизонтів. Мінімальний об'єм гірничих робіт включає об'єм розрізної траншеї P_I і об'єм гірських порід, – вилучених при створенні робочого майданчика необхідної ширини V_I . Розрізні траншеї на суміжних горизонтах в процесі углубки розміщують таким чином, що, поєднавши їх нижні бровки однією лінією, отримують лінію заглиблення кар'єра з кутом нахилу β .

Між швидкостями горизонтального просування уступу l_p і заглиблення кар'єра h_Γ існує залежність

$$h_\Gamma \leq \frac{l_p}{\operatorname{ctg} \varphi + \operatorname{ctg} \beta}. \quad (5.13)$$

Максимально можливе просування фронту робіт на робочому уступі досягається при мінімальній протяжності екскаваторного блоку і визначається по формулі

$$h_{3\max} = \frac{Q}{hL_6}, \text{ м / год.} \quad (5.14)$$



Для забезпечення необхідного заглиблення кар'єра варто дотримуватись умови

$$l_3 = \frac{Q}{hL_0} \geq h(\operatorname{ctg} \varphi + \operatorname{ctg} \beta), \text{ м / год}, \quad (5.15)$$

де Q – продуктивність екскаватора, $\text{м}^3/\text{рік}$;

h – висота уступа, м;

L_0 – мінімальна довжина екскаваторного блоку, м.

Можлива швидкість заглиблення кар'єра визначається за

$$h_T \leq \frac{Q}{hL_0(\operatorname{ctg} \varphi + \operatorname{ctg} \beta)}, \quad (5.16)$$

де L_0 – довжина екскаваторного блоку на робочому уступі, м.

Таким чином, швидкість заглиблення кар'єра і швидкість переміщення фронту робіт залежить від застосованого гірничотранспортного обладнання і фізико-механічних властивостей порід.

5.6. Системи із застосуванням залізничного, автомобільного, конвеєрного і комбінованого транспорту

Система розробки з залізничним транспортом. При розробці похилих і крутопадаючих родовищ найбільшого поширення набули транспортні системи розробки із залізничним транспортом (рис. 5.3). Вони характеризуються вивезенням розкривних порід на зовнішні відвали і несприятливим профілем шляху – з підйомом у вантажному напрямі. Кар'єри можуть розроблятися на глибину 400...500 м і більше. Загальна протяжність залізничних колій в кар'єрі досягає 10...15 км. при глибині кар'єру близько 100 м і 30...40 км. при глибині кар'єру 300...400 м.

Вартість транспортування гірських порід з використанням залізничного транспорту складає 35...60 % загальної вартості розробки 1 м^3 гірської маси.

В одночасній розробці звичайно знаходиться кілька уступів, що розкриваються внутрішніми траншеями з складною трасою шляхів. Форма траси капітальних траншей при розробці



родовищ значного простягання зазвичай тупикова. Рідше застосовують петлеву і спіральну траси внутрішніх траншей.

При розробці кар'єру по транспортній системі забезпечується незалежність ведення розкривних і видобувних робіт і створення значних запасів розкритої корисної копалини, що сприяє планомірному і безперебійному забезпеченню корисною копалиною споживачів. Продуктивність кар'єру в конкретних умовах може бути забезпечена тільки при використанні певної кількості екскаваторного і транспортного устаткування.

Більшість похилих і крутопадаючих родовищ розробляють кар'єрами з річною виробничою потужністю від 15 до 70 млн. т гірської маси (Криворізький басейн) Виконання таких великих об'ємів робіт на кар'єрах забезпечується завдяки застосуванню високопродуктивної бурової, вантажної і транспортної техніки. Для вантаження гірської маси використовують екскаватори з ковшом від 4,6 до 12,5 м³.

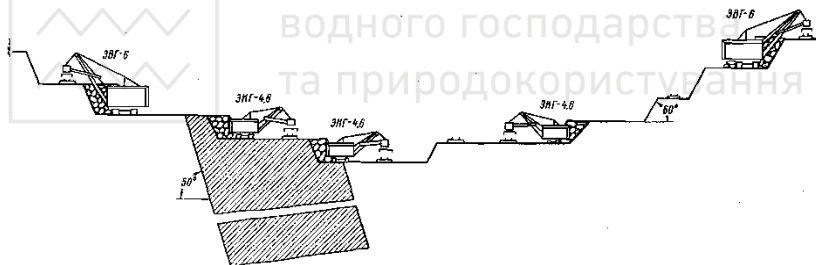


Рис. 5.3. Транспортна система розробки круто падаючого родовища

Простої екскаваторів в очікуванні обміну залізничних складів складають понад 25...30 % робочого часу. Використання їх за транспортними умовами можна охарактеризувати коефіцієнтом забезпеченості вибою порожняком

$$k_T = \frac{t_{нав}}{t_{нав} + t_{об}}, \quad (5.17)$$

де $t_{нав}$ – час навантаження состава, хв;

$t_{об}$ – час обміну составу, хв.



Для підвищення використання вантажного устаткування застосовують ефективні схеми розвитку колій на уступах. При виборі схеми колійного розвитку виходять з принципу незалежності процесів, що забезпечує мінімум простоїв устаткування. Вибрані на цій основі схеми колійного розвитку повинні задовольняти наступні вимоги:

1) можливість оптимальної забезпеченості вибоїв порожняком;

2) ведення вибухових і шляхових робіт у одного екскаватора не повинне переривати нормальну роботу інших екскаваторів на цьому уступі.

На кар'єрах набули поширення потокова і тупикова організація руху залізничного транспорту. Потокову організацію робіт застосовують при двосторонньому дотику залізничних колій уступів до шляхів капітальної траншеї.

Для встановлення оптимальної довжини фронту робіт на уступі L_{ϕ} виходячи з найкращої забезпеченості екскаваторних вибоїв порожняком і наявності для кожного екскаватора незалежного залізничного шляху можна користуватися формулою проф. Е.Ф. Шешка

$$L_{\phi} = \frac{v_3 \left[t_{\Pi} - 2(n-1) \left(\frac{L}{v_3} - \tau \right) \right]}{n - \frac{1}{n}}, \text{ км} \quad (5.18)$$

де L – відстань від обмінного пункту до вибою, км;

t_{Π} – чистий час навантаження составу, хв;

v_3, v_3 – швидкість руху поїзду по вибійних і з'єднувальних коліях, км/год;

τ – час на залізничний зв'язок, год;

n – число екскаваторних блоків.

Велике значення на кар'єрах, що застосовують залізничний транспорт з складним колійним розвитком на уступах, мають робочі майданчики, ширина яких істотно впливає як на кут робочого борту кар'єру, так і на річні об'єми гірничих робіт. Так, на кар'єрі Миколаївського поліметалічного



родовища із збільшенням ширини майданчика на 1 м поточний коефіцієнт розкривних породах підвищується майже на $1 \text{ м}^3/\text{м}^3$, а на Оленегірському кар'єрі при зростанні ширини робочого майданчика на відстані 8 м, унаслідок переходу на уповільненого підривання багаторядності, величина коефіцієнта розкривних породах збільшилася на 11 %, а об'єм розкривних породах на 310 тис. $\text{м}^3/\text{рік}$. Сучасний високо механізований кар'єр не може забезпечити високі техніко-економічні показники при роботі з вузькими робочими майданчиками.

Ширина робочого майданчика з врахуванням параметрів кар'єра визначається

$$L = L_{\min} + \frac{\mu A_P}{L_P h}, \text{ м} \quad (5.19)$$

де L_{\min} – мінімальна ширина робочої площадки, яка враховує розміщення зірваної маси, залізничних колій, автомобільних доріг, бурового і видобувного обладнання, лінії електропередачі, м;

μ – нормативний коефіцієнт резерву запасів руди, років;

A_P – виробнича потужність кар'єра по руді, $\text{м}^3/\text{рік}$;

L_P – довжина фронту робіт по видобутку, м;

h – висота уступа, м.

Ширина робочого майданчика в умовах кар'єрів Криворізького басейну з навантаженням корисної копалини на залізничний транспорт складає 75...95 м.

Система розробки з автомобільним транспортом.

Транспортна система розробки із застосуванням автосамоскидів широко поширена. Розробка похилих і крутих покладів при використанні залізничного транспорту ведеться подовжніми по простяганню екскаваторними заходками, що вимагає багато часу для підготовки нових горизонтів більшого об'єму траншейних робіт, а також робіт по рознесенню робочих бортів кар'єру. Все це знижує інтенсивність розробки родовища.

Автомобільний транспорт при розробці похилих і крутих покладів дозволяє уникнути вказаних вище недоліків, а при необхідності і забезпечити інтенсивний відрібок родовища. Інтенсифікація робіт на кар'єрах у разі застосування системи



розробки з автомобільним транспортом забезпечується за рахунок зменшення в 2 рази і більше за довжину екскаваторного фронту, скорочення на 25...30 % простоїв екскаваторів в очікуванні транспорту, збільшення в 2...3 рази швидкості пониження гірничих робіт і скорочення рознесення бортів кар'єру. Все це дозволяє забезпечити вищі техніко-економічні показники відкритої розробки родовищ.

Автомобільний транспорт особливо ефективний при розробці родовищ в складних топографічних умовах з неправильними контурами, обмеженими запасами і недовгим терміном експлуатації кар'єру. Ефективність використання даної системи розробки забезпечується правильним поєднанням її основних елементів (висоти уступу, ширини заходки і робочих майданчиків, протяжності фронту робіт і довжини екскаваторних блоків). Висота уступу в значній мірі визначає ефективність використання основного вантажно-транспортного устаткування і техніко-економічні показники роботи кар'єру і залежить в першу чергу, від фізико-механічних властивостей гірських порід і параметрів екскаваторів.

Ширину заходки визначають робочими параметрами вантажного устаткування і схемою маневрів автосамоскидів при установці під навантаження (для екскаваторів ЕКГ-4 і ЕКГ-8 вона складає від 14 до 20 м). Для підвищення ефективності сумісного використання вантажно-транспортного устаткування час, що витрачається на маневри при установці автосамоскидів під вантаження, необхідно скорочувати до мінімуму. Мінімальну ширину робочого майданчика визначають параметрами технологічного устаткування і буропідливних робіт.

Мінімальні розрахункові розміри робочих майданчиків при кільцевому розвороті автомашин в м'яких гірських породах складають 20...28 м. Схема організації робіт на робочому майданчику показана на рис. 6.4.

Ширина транспортного майданчика визначатиметься параметрами гірничотransпортного устаткування і організацією руху автомашин. На практиці ширина проїжджої частини автомобільної дороги коливається в межах 7...10 м (при



двосмуговому русі), а ширина транспортного майданчика 10,5...14 м. При впровадженні на кар'єрах автосамоскидів, що мають великі габарити і радіус повороту, ширину проїжджої частини дороги слід збільшувати до 11...12 м. Ширина, транспортного майданчика при цьому збільшиться до 15...16 м.

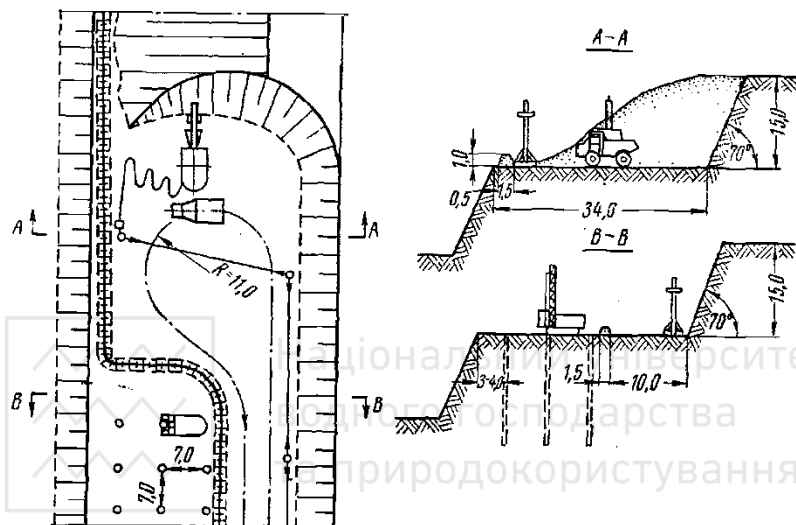


Рис. 6.4. Схема організації робіт на робочій площадці

Останніми роками на кар'єрах, що застосовують автотранспорт (особливо в Криворізькому басейні), впроваджують підривання високих уступів, тобто здвоєних або потроєних [21].

Переваги системи з поперечною підготовкою без розрізних траншей: зменшення поточного коефіцієнта розкривних порід і, як наслідок, зниження собівартості видобутку руди; рівномірний розподіл об'ємів робіт по роках; зниження об'єму гірничобудівельних робіт; підвищення інтенсивності відробітку родовища сприятливі умови для широкого застосування високоефективного підривання багаторядності. Недоліки: необхідність вищої інтенсивності розвитку гірничих робіт на глибину в період будівництва і



освоєння проектної потужності кар'єру, застосування тимчасових з'їздів з автодорогами поганої якості.

Область застосування транспортної системи розробки з автомобільним транспортом все більше розширюється, що пояснюється створенням потужних типів автосамоскидів з великою вантажопідйомністю, автонапівпричепів.

Як показав досвід експлуатації автомобільного транспорту, економічно доцільну відстань транспортування складає 5...7 км, а глибина кар'єра, до якої доцільне застосування автотранспорту, знаходиться в межах 80...120 м. При більшій глибині розробки доцільніший перехід на комбінований транспорт.

Система розробки з конвеєрним транспортом.

Конвеєрний транспорт має ряд переваг перед іншими видами кар'єрного транспорту: потоковість процесу транспортування, велика продуктивність і простота в обслуговуванні, можливість подолання підйомів до 18°. При спеціальних конструкціях конвеєрів подоланий підйом досягає 35...40°, завдяки чому в 3...4 рази скорочується відстань транспортування в порівнянні з колісними видами транспорту.

Важливим чинником є також можливість повної автоматизації процесу транспортування гірської маси. Все це дозволяє підвищити продуктивність праці на транспорті в 1,5...2 рази. Крім того, системи розробки з конвеєрним транспортом покращують санітарно-гігієнічні умови, знижують загазованість і запиленість повітря в кар'єрі, підвищують безпеку робіт і культуру виробництва.

На вугільних кар'єрах конвеєри поки застосовуються тільки для транспортування вугілля. На рудних кар'єрах, унаслідок того, що породи вимагають попереднього дроблення, конвеєрний транспорт в даний час застосовують для транспортування м'яких розкритих порід.

Створені конвеєрні установки продуктивністю від 2250 до 7200 т/год і канатно-стрічкові конвеєри продуктивністю до 1200 т/год дозволяють розширити область їх застосування на похилих і крутих родовищах з скельними рудами і породами.



Для впровадження на кар'єрах конвеєрного транспорту максимальний розмір шматка породи не повинен перевищувати 350...400 мм. Існуючі методи вибухового руйнування скельних порід дозволяють отримати близько 70...80 % роздробленої гірської маси, придатної для транспортування конвеєрами. Наявність негабаритів вимагає застосування спеціальних установок для їх вторинного дроблення.

У першу чергу здійснюється впровадження на кар'єрах не потокової, а циклічно-потокової технології. При циклічно-потоковій технології використовуються одноковшові екскаватори, що серійно виготовляються, великовантажні автосамоскиди, стрічкові конвеєри, шнекові і конусні дробарки. При цьому можливі дві схеми циклічно-потокової технології: схема I – одноковшовий екскаватор із забійним пересувним і самохідним дробильним або грохотильним установками і конвеєрним транспортом; схема II – одноковшовий екскаватор з автомобільним транспортом, стаціонарними і напівстаціонарними грохотильними або дробильними установками, а також похилими конвеєрними підйомниками.

Впровадження циклічно-потокової технології дозволить: забезпечити високу ефективність розробки копалин за рахунок зниження витрат на транспортування; скоротити в 1,5...2 рази простої вантажного устаткування; понизити вплив глибини кар'єру на техніко-економічні показники гірничих робіт, оскільки витрати на транспортування гірської маси конвеєрами на кожних 100 м глибини кар'єру збільшуються на 5...6%.

На рис. 5.5 показана перша схема циклічно-потокової технології при розробці похилого родовища. Заздалегідь зруйновану вибухом гірську масу вантажать одноковшовими екскаваторами в бункер грохотильної або дробильної установки і за допомогою забійних і магістральних конвеєрів транспортують на конвеєрний підйомник, який доставляє її на збагачувальну фабрику або у відвали.

Похилі підйомники доцільно мати окремо для транспортування корисної копалини і породи. Порідний конвеєр може бути використаний як резервний для транспорту корисної копалини при нарощуванні конвеєрного ставу, призначеного для



корисної копалини, або при його ремонті. У міру пониження гірничих робіт передбачається нарощування конвеєра.

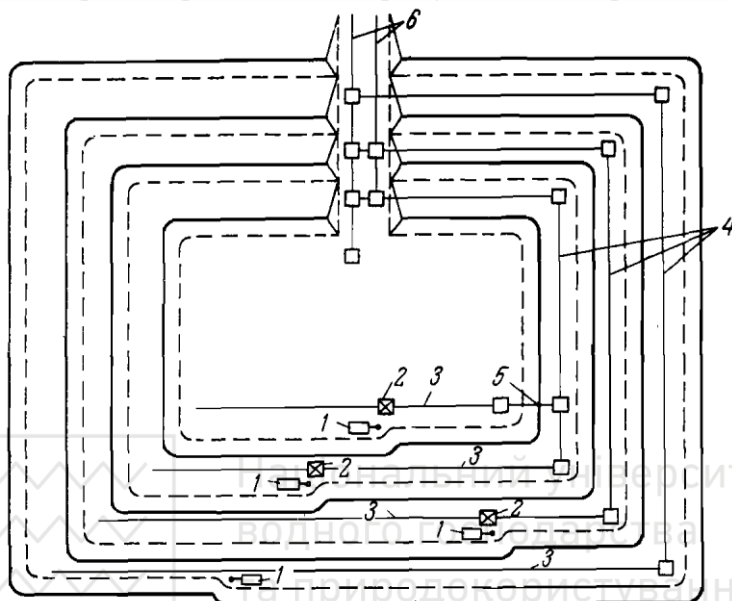


Рис. 5.5. Система розробки з конвеєрним транспортом:

1 – одноковшові екскаватори; 2 – пересувні дробарки; 3 – вибійні конвеєри; 4 – магістральні конвеєри; 5 – конвеєрний перевантажувач; 6 – нахилені конвеєри

У зв'язку з тим що економічність конвеєрного транспорту підвищується із збільшенням вантажопотоку, доцільне застосування для двох-трьох уступів одного магістрального конвеєра. Для передачі гірської маси на розташовані нижче горизонти на магістральний конвеєр можуть бути використані похилі конвеєрні перевантажувачі, що встановлюються в торці уступу.

Найбільш прийнятною при конвеєрному транспорті є система розробки з подовжною підготовкою і поперечним розвитком фронту робіт. Іноді застосовують систему розробки з поперечною підготовкою і подовжнім двостороннім розвитком фронту робіт, хоча при цьому дещо гірше використовується



гірничотранспортне устаткування у зв'язку з частішими пересуваннями конвеєрів.

Схема організації робіт в забої у разі застосування одноковшових екскаваторів у поєднанні з конвеєрним транспортом показана на рис. 5.6. Екскаватор 1 завантажує породу на віброгрохот бункера-живильника 2 ємкістю 10 м^3 . Порода з бункера поступає на консольний стрічковий живильник 3 і далі через направляючу воронку 4 потрапляє на забійний конвеєр 5. Дробильну установку 6 встановлюють приймальною стороною бункера під виступаючими кінцями балок грохоту.

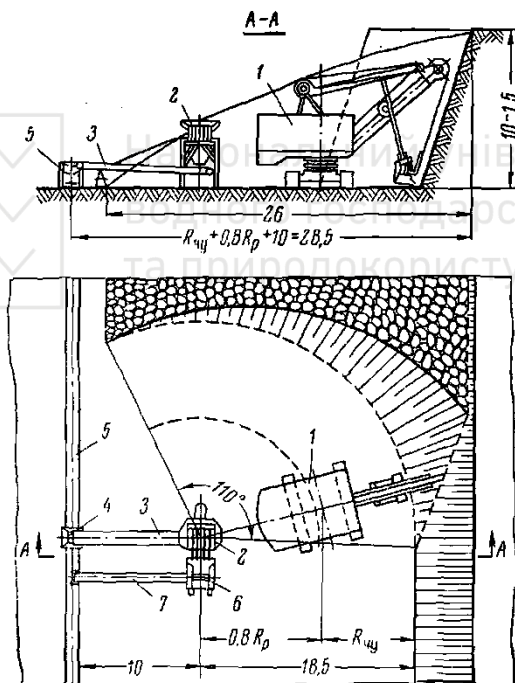


Рис. 5.6. Організація роботи у вибої при циклічно-поточній технології

Відсортований негабарит скидають з ґрат грохоту в приймальний бункер дробарки, а роздроблену породу за допомогою короткого конвеєра консольного типу 7,



вбудованого в дробильну установку, передають на забійний конвеєр. Дробарка забезпечена робочим органом секторного типу. Під випускним отвором встановлений консольний стрічковий конвеєр, що передає гірську масу на забійний конвеєр.

Конвеєрні поїзди вперше застосовані в 1968 р. на кар'єрі Уайт Пайн (США) [37; 39]. Довжина транспортної установки складає до 85 км., добова продуктивність – близько 3100 т. Кожна вагонетка має індивідуальний привід; склади формуються з шести вагонеток; загальна ємкість складу 230 м³, швидкість руху 64 км/год. Процес транспортування повністю автоматизований. Особливість пластинчастих конвеєрів – можливість створення установки, що має викривлення в плані.

Особливості систем розробки з комбінованим транспортом. Розширення масштабів гірничих підприємств і збільшення глибини кар'єрів приводить до того, що застосування тільки залізничного або автомобільного транспорту є малоефективним. Це пояснюється збільшенням відстані транспортування, ускладненням транспортних комунікацій і організацією робіт. Тому виникає необхідність в застосуванні комбінованого транспорту, що складається з двох або трьох видів кар'єрного транспорту. Комбінований транспорт відрізняється від звичайних видів транспорту послідовним застосуванням кількох видів транспорту і уривчастістю процесу транспортування, наявністю перевантажувальних пристроїв як в кар'єрі, так і на поверхні жорстким взаємозв'язком між окремими складовими комбінованого транспорту. Використання комбінованих видів транспорту в глибоких кар'єрах передбачає застосування концентраційних горизонтів, на яких влаштовуються перевантажувальні пункти для перевантаження матеріалу з одного виду транспорту.

Після відпрацювання групи уступів перевантажувальні пункти переносяться і обладнуються на розташованому нижче концентраційному горизонті.

Найбільш поширені наступні види комбінованого транспорту: автомобільний з залізничним; автомобільним з похилими скіповими підйомниками і залізничним транспортом;



автомобільний з конвеєрним. У певних умовах можуть бути використані автомобільні підйомники.

Особливості транспортної системи з автомобільно-залізничним транспортом. Залежно від ділянок транспортування автомобільним і залізничним транспортом, а також від місця розташування перевантажувального пункту можна виділяти три схеми автомобільно-залізничного транспорту:

1. Автотранспорт застосовують при підготовці нових горизонтів. Гірську масу з автосамоскидів в залізничні думпкари перенавантажують на вищерозміщеному горизонті. Транспортування по борту кар'єру і на поверхні проводиться залізничним транспортом.

2. Автотранспорт доставляє гірську масу із забою до перевантажувального пункту, стаціонарно розташованого на поверхні поблизу борту кар'єру; по поверхні гірську масу транспортують в залізничних составах. Ця схема обмежується областю застосування автомобільного транспорту і ефективна при глибині розробки до 100...120 м.

3. Автотранспорт при розробці глибоких горизонтів застосовують для доставки гірської маси усередині кар'єру і частково для підйому по борту кар'єру до перевантажувального пункту; подальший підйом вантажу, а також транспортування по поверхні здійснюють залізничним транспортом.

На практиці застосування комбінованого автомобільно-залізничного транспорту виявляється доцільним вже з глибини 60...80 м. Капітальні витрати при комбінованому транспорті на 10...11 % нижче, ніж при залізничному. Включення автомобільного транспорту забезпечує гнучкість, маневреність і продуктивніше використання екскаваторів.

Вибір місця розташування перевантажувальних пунктів проводять з умови: економічності використання автомобільного транспорту, що забезпечується при мінімальних відстанях транспортування; наявністю майданчиків для розміщення перевантажувальних пунктів; витратами по перенесенню перевантажувальних пунктів в процесі експлуатації. Перевантаження гірської маси з автосамоскидів в думпкари



може бути екскаваторним, безпосереднім і бункерним. Найбільше розповсюдження мають перші два види перевантаження.

Переваги екскаваторного перевантаження: можливість роздільного складування порід і руд різних видів; можливість застосування кількох вантажних механізмів і одночасного вантаження в декілька складів простота пристрою і перенесення. Недоліки: значні капіталовкладення на придбання екскаваторів і необхідність великих площ для розміщення складів.

При однаковому забійному і перевантажувальному устаткуванні число перевантажувальних екскаваторів складає 50...70 % від числа забійних екскаваторів внаслідок кращого їх використання в часі. На рис. 5.7 показані схеми створення внутрішньокар'єрних екскаваторних перевантажувальних пунктів.

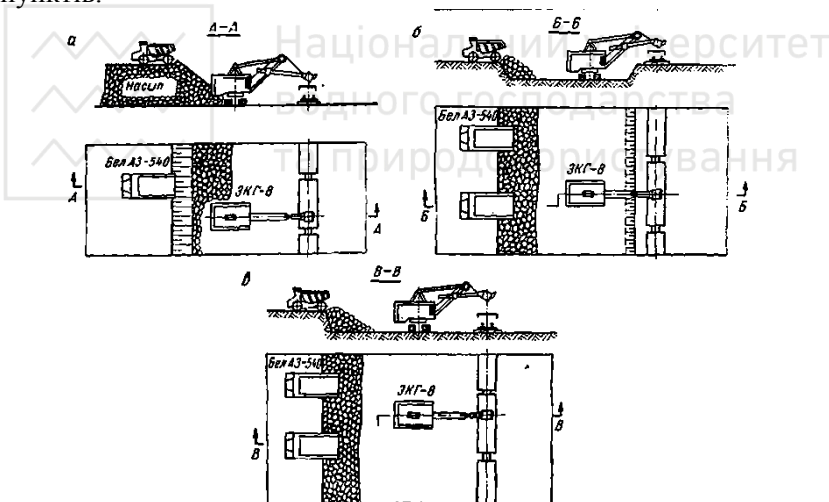


Рис. 5.7. Схеми будови екскаваторних перевантажувальних пунктів

При цьому можливі три способи створення перевантажувальних пунктів: з пристроєм первинного насипу (рис. 5.7, а); з пристроєм приямка (рис. 5.7, б); на укосі уступу (рис. 5.7, в).

Перший спосіб створення перевантажувального пункту застосований за наявності в кар'єрі майданчика, достатнього для



його розміщення. Висота составу визначають висотою черпання екскаватора. Довжина перевантажувального пункту може досягати більше 200 м, а мінімальна його ширина визначається з умови розвороту автосамоскидів і повинна бути не менше 20...35 м. При другому способі перевантажувальний пункт створюється за допомогою буропідричних робіт. Глибину приямка приймають рівною 2,5...4 м, ширина 30...40 м залежно від екскаватора; довжина приямка визначається необхідною продуктивністю перевантажувального пункту і може складати від 30 до 100 м. Третій спосіб будови перевантажувального пункту найбільш простий і застосовується при стійких породах, які дозволяють здійснити заоткоску уступа. Мінімальна ширина верхньої площадки 35...40 м і довжина 150...200 м.

На кар'єрах широкого застосовується безпосереднє перевантаження гірської маси з автосамоскидів в залізничні думпкари (рис. 5.8). Це пояснюється тим, що безпосереднє перевантаження забезпечує значну продуктивність перевантажувальних пунктів, відносно невеликі капіталовкладення, низьку вартість перевантаження і не вимагає великих майданчиків. Собівартість безпосереднього перевантаження в 4-5 разів нижче екскаваторної.

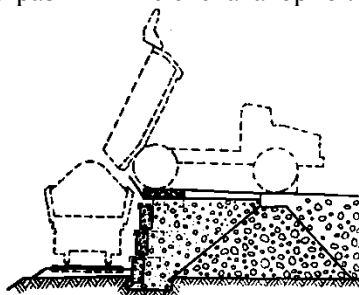


Рис. 5.8. Схема естакади для безпосереднього перевантаження з автосамоскидів в залізничні думпкари

Застосування автомобільно-залізничного транспорту найдоцільніше: при розробці кар'єрів з великим масштабом робіт і значними відстанями транспортування на поверхні; при розробці родовищ з глибиною, і доопрацюванні глибинних ділянок кар'єрів, коли обмежені розміри кар'єру в плані не



дозволяють мати необхідного розвитку залізничних колій; при розробці родовищ нагірного типу з складним заляганням, що утрудняє використання залізничного транспорту. Висока ефективність автомобільно-залізничного транспорту досягається внаслідок: скорочення відстані транспортування; підвищення продуктивності вантажного устаткування; інтенсифікації гірничих робіт; виключення перекладання забійних залізничних колій; забезпечення можливості селективного виймання корисної копалини і відособленого відробітку окремих ділянок родовища.

Для підвищення ефективності комбінованого транспорту перевантажувальні пункти необхідно переносити через кожних 50...70 м по висоті кар'єру з таким розрахунком, щоб відстань транспортування автосамоскидами не перевищувала 0,9 км. Транспортні посудини, що працюють в комбінації, повинні мати кратне співвідношення вантажопідйомності.

Питання для самоперевірки, повторення

1. Як класифікуються транспортні системи розробки?
2. Назвіть переваги і недоліки різних варіантів транспортної системи розробки.
3. Який порядок вибору висоти уступу?
4. Як розраховують ширину робочого майданчика?
5. Який порядок розрахунку екскаваторного блока?
6. Охарактеризуйте інтенсивність гірничих робіт на кар'єрах.
7. Розкажіть про систему розробки з залізничним транспортом.
8. Розкажіть про систему розробки з автомобільним транспортом.
9. Розкажіть про систему розробки з конвеєрним транспортом.
10. Які особливості систем розробки з комбінованим транспортом?
11. Які особливості транспортної системи з автомобільно-залізничним транспортом?



РОЗДІЛ 6

ОСОБЛИВИ ВИПАДКИ ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ ПРИ РОЗРОБЦІ ПОХИЛИХ І КРУТОПАДАЮЧИХ РОДОВИЩ

6.1. Специфіка системи розробки комбінованим транспортом зі скиповим підйомом

Для цього виду транспорту характерне подвійне перевантаження гірської маси – в кар'єрі і на поверхні. Виділяють три ділянки транспортування: транспортування усередині кар'єру, де доставку гірської маси до нижнього приймального майданчика здійснюють автомашинами; підйом по борту кар'єру в скипах; транспортування по поверхні від верхнього приймального майданчика до місця призначення [27; 32].

Для транспортування на поверхні при коротких відстанях відкатки від верхнього приймального майданчика до фабрики або відвалів використовується автотранспорт; при значних відстанях транспортування застосовують залізничний транспорт; під час завантаження гірської маси з приймальних бункерів в дробарки можливе подальше транспортування вантажу стрічковими конвеєрами.

При розташуванні підйомників на неробочому борту кар'єру успішно можуть бути застосовані як система з подовжною підготовкою і поперечним розвитком фронту робіт, так і система з поперечною підготовкою і двостороннім розвитком фронту робіт. Практика роботи зарубіжних кар'єрів показує, що найбільша ефективність цього виду транспорту досягається при розробці похилих і крутих родовищ, що мають в плані вузьку подовжену форму. В більшості випадків скиповий підйом вводиться в кар'єр з глибини 150 м. Передбачається можливість його ефективного використання до глибини 450 м. При більшій глибині кар'єру різко знижується продуктивність скипових підйомних установок. Це пояснюється тим, що на трасі підйому, незалежно від її довжини, знаходиться тільки одна навантажена посудина. Скипові установки мають кут нахилу



18...45°, вантажопідйомність 15...50 т і швидкість руху скипів 5...8,5 м/сек; годинна продуктивність їх від 200 до 1500 т/год.

Багатоканатні підйомні установки зі скипами вантажопідйомністю 120...150 т здатні забезпечити продуктивність 5000 м/год. Впровадження комбінованого транспорту дозволяє скоротити капіталовкладення і в 1,2...1,9 рази підвищити продуктивність праці. Ефективність автомобільно-скіпового транспорту досягається за рахунок: застосування великих кутів нахилу і скорочення об'єму гірничокапітальних робіт; підйому крупнокускової породи без попереднього дроблення в кар'єрі; простоти конструкції, обслуговування, ремонту і можливості автоматизації підйому; можливості роздільного підйому розкривних порід і корисної копалини; зручності при обслуговуванні декількох концентраційних горизонтів; надійності роботи в будь-яких кліматичних умовах.

Особливості системи розробки з автомобільно-конвеєрним транспортом. Залежно від розташування перевантажувального пункту і ділянок конвеєрної доставки розрізняють дві основні схеми цього виду комбінованого транспорту. На рис. 6.1 показані схеми застосування автомобільного і конвеєрного транспорту.

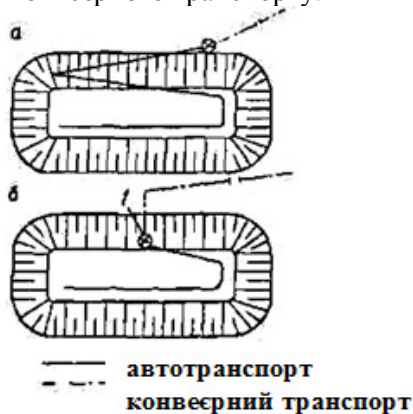


Рис. 6.1. Схема застосування автомобільного і конвеєрного транспорту:

а – I схема; б – II схема



У першій схемі (рис. 6.1, а) перевантажувальний пункт 1 розташований на поверхні біля борту кар'єру. Автотранспортом доставляється вантаж із вибоїв до поверхні; транспортування від місця перевантаження до кінцевого пункту здійснюється конвеєрами.

Ця схема застосовується при неглибоких кар'єрах (до 60...80 м), коли відстань транспортування автосамоскидами не перевищує 2,5 км.

У другій схемі (рис. 6.1, б) автотранспорту відводиться роль внутрішньокар'єрного транспорту, що доставляє вантаж до перевантажувальних пунктів 1, розташованих на концентраційних горизонтах.

Після перевантаження підйом по борту кар'єру і транспортування гірської маси по поверхні здійснюється стрічковими конвеєрами.

Конвеєрні підйомники можуть розташовуватися по діагоналі до верхнього контура кар'єру і зигзагоподібно. Нормальне їх положення до верхнього контура на глибоких кар'єрах можливо як виняток при кутах укосів борту менш 18° або якщо розріз горизонтів здійснений похилим стовбуром.

При автомобільно-конвеєрному транспорті застосовують системи розробки з повздовжньою підготовкою і поперечним розвитком фронту робіт.

Система розробки з поперечною підготовкою і повздовжнім розвитком фронту робіт застосовується при значній ширині кар'єрі, в іншому випадку буде необхідною велика кількість перевантажувальних пунктів для перевантаження з одного состава конвеєра на інший.

Перевантажувальні пункти можуть бути обладнані грохотильними (рис. 6.2) або грохотильно-дробильними установками (рис. 6.3) залежно від величини матеріалу, що транспортується.

Грохотильні установки можуть застосовуватися за наявності невеликого числа (до 10 %) нетранспортабельних для стрічкових конвеєрів фракцій – 300...400 мм. При цьому надрешітний продукт вивозиться на поверхню автотранспортом.



Транспортування надрешітного продукту автотранспортом, особливо при великих глибинах, збільшує вартість доставки. Тому, доцільніше концентраційні горизонти обладнати грохотильно-дробильними установками.

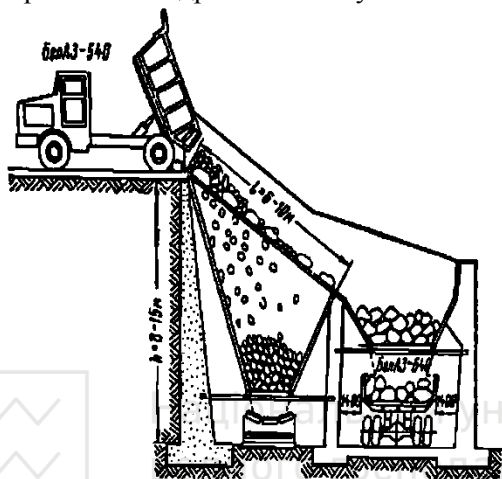


Рис. 6.2. Перевантажувальний вузол з грохотильною установкою

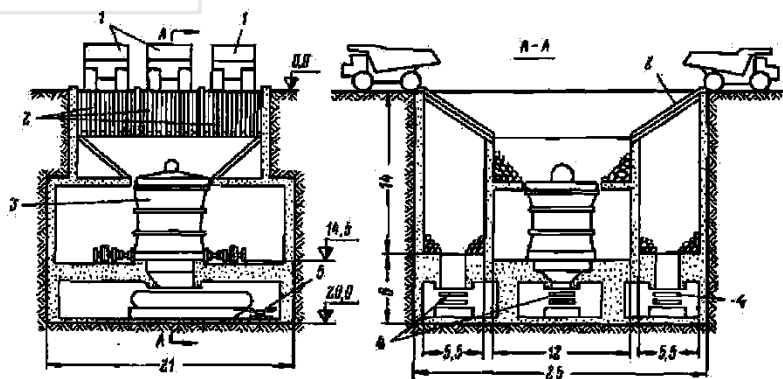


Рис. 6.3. Перевантажувальний вузол з грохотильно-дробильною установкою:

1 – автосамоскиди, 2 – грохоти, 3 – дробарка, 4 – перевантажувальний пристрій, 5 – конвеєри



Напівстаціонарні грохотильно-дробильні установки можуть бути обладнані нерухомими колосниковими грохотами і віброгрохотами. Колосникові грохоти зазвичай встановлюються з ухилом $28...30^\circ$ і мають розмір щілини 250 мм.

Надгрохотний продукт поступає в дробарку. До установки можуть бути прийняті конусні дробарки ГРШ-1200Х150 що приймають гірську масу з максимальним розміром шматка 1200...1500 мм. Після виходу з дробарки роздроблений матеріал з'єднується з живильниками передається на магістральний конвеєр.

На Пселерахському кар'єрі Балаклавського рудоуправління автомобільно-конвеєрний транспорт був застосований для транспортування вапняку від стаціонарної дробильної установки на збагачувальну фабрику, розташовану нижче за кар'єр на 160 м. Вартість транспортування знизилася, що забезпечило річну економію і окупило капітальні вкладення за 1,5 роки.

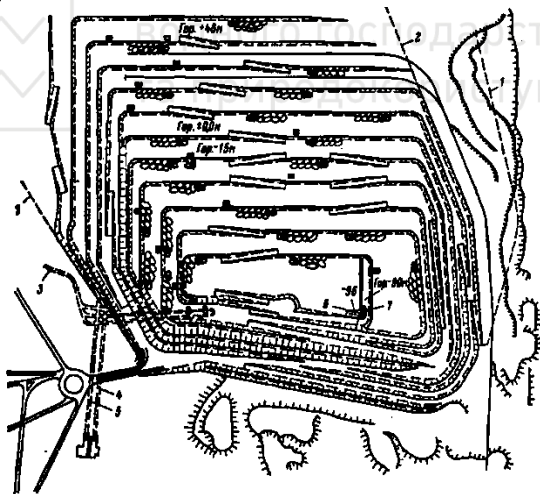


Рис. 7.4. Варіант транспортної системи розробки з автомобільно-конвеєрним транспортом:

- 1 – контур кар'єра у відпрацьованому вигляді (II черга); 2 – контур кар'єра (I черга); 3 – ствол шахти, 4 – східний конвеєрний ствол;
- 5 – західний конвеєрний ствол; 6 – водозбірник ємністю 2400 м^3 ,
- 7 – пересувна водовідливна установка



На рис. 6.4 показаний варіант транспортної системи з комбінованим транспортом. По цьому варіанту руду вантажать у вибої екскаваторами в автосамоскиди, які її доставляють до приймальних пристроїв механічних дробарок, встановлених на концентраційних горизонтах. Дроблена руда з розміром шматків 350...400 мм надходить на нахилені конвеєрні підйомники і доставляється на збагачувальну фабрику конвеєрами. Комбінований автомобільно-конвеєрний транспорт через його переваги впроваджують на ряді глибоких кар'єрів. Перспективність автомобільно-конвеєрного транспорту пояснюється: можливістю створення поточної технології, яка забезпечує більш високу продуктивність навантажувального і транспортного обладнання; можливістю видачі з кар'єру породи і руди по виробках з великими кутами нахилу, ніж при автомобільному і залізничному транспорті, що скорочує відстань транспортування гірської маси, зменшує рознос борта кар'єра, забезпечує скорочення термінів підготовки нових горизонтів і підвищує інтенсивність гірничих робіт.

Дослідження показали, що переведення кар'єрів на автомобільно-конвеєрний транспорт дозволить виправдати капітальні витрати за три роки. Впровадження нової технології збільшує виробничу потужність кар'єрів гірничо-збагачувальних комбінатів Криворізького басейну в 1,5 рази.

Параметри системи розробки з автомобільно-конвеєрним транспортом визначаються автомобільним транспортом і екскаваторами. Вдосконалення буропідривних робіт на кар'єрах створює передумови для розширення області застосування автомобільно-конвеєрного, а в майбутньому і конвеєрного транспорту на глибоких кар'єрах.

6.2. Параметри систем розробки з комбінованим транспортом

У всіх видах комбінованого транспорту автомобільний є внутрішньокар'єрною ланкою, тому системам розробки при комбінованому транспорті властиві основні закономірності і положення, властиві системам розробки з автомобільним транспортом. При виборі параметрів систем розробки при



комбінації автомобільного транспорту з похилими скіповими підйомниками або з конвеєрним транспортом необхідно враховувати особливості, викликані наявністю концентраційних горизонтів, обслуговуючих групу уступів. До них відносять: спосіб підготовки нових горизонтів; встановлення оптимального кроку перенесення концентраційних горизонтів; визначення місця розташування концентраційного горизонту в групі уступів. Решту параметрів (висоту уступу, довжину блоку, схеми розвитку фронту робіт) визначають по тих же чинниках, що і при автотранспорті.

Підготовка нових горизонтів у разі застосування комбінованих видів транспорту має специфічні особливості порівняно з автомобільним транспортом. Ці особливості полягають в наступному:

1. Разом з підготовкою одного горизонту необхідно підготувати всю нижчу групу уступів для можливості перенесення приймально-перевантажувальних пристроїв в кар'єрі з одного концентраційного горизонту на інший; основною метою, отже, є підготовка нижчого концентраційного горизонту.

2. Підготовка нових горизонтів пов'язана зі своєчасним облаштуванням концентраційного горизонту приймальними і перевантажувальними пристроями.

3. Спосіб підготовки нових горизонтів повинен забезпечувати перехід з верхнього концентраційного горизонту на нижній без порушення нормального ходу розкривних і добувних робіт.

Підготовка нових горизонтів при комбінованому транспорті з похилими скіповими підйомниками і автомобільно-конвеєрним транспортом здійснюється послідовною проходкою розрізних траншей на групі уступів, розташованих нижче. Залежно від довжини траншей і об'єму підготовчих робіт можна виділити повну і часткову підготовку нових горизонтів.

Повна підготовка групи уступів включає проходку розрізних траншей і подальше їх рознесення по всій протяжності кар'єрного поля. Ширина найнижчого горизонту, що готується, буде рівна ширині розрізної траншеї, а ширина розгону



верхнього горизонту, що готується, залежить від числа уступів в групі і ширини майданчиків, що залишаються, і може досягати 200...300 м і більше. Перевага цього способу підготовки: можливість планомірного розвитку виймальних робіт відразу після переміщення приймально-перевантажувальних пристроїв на підготовлений концентраційний горизонт. Недолік полягає у великих об'ємах підготовчих робіт. Гірська маса при цьому доставляється при збільшенні відстані перевезення внутрішньокар'єрним транспортом на працюючий приймальний майданчик.

Експлуатація кар'єру в перший період здійснюється за допомогою автомобільного транспорту і лише досягши певної глибини робіт (80...100 м) проводиться перехід на комбінований вид транспорту.

Межею переходу є глибина кар'єра, при якій вартість транспортування гірської маси автотранспортом буде рівна або більша вартості транспортування комбінованим транспортом.

6.3. Особливі випадки використання систем

Під особливими випадками відкритої розробки похилих і крутих покладів маються на увазі: комбінована розробка родовищ; повторна розробка родовищ; розробка високогірних родовищ.

При комбінованій розробці виймання запасів корисних копалин ведуть відкритим і підземним способами в межах одного родовища. Розрізняють три варіанти комбінованої розробки: верхня частина родовищ відпрацьована кар'єром, після припинення робіт в якому запаси виймають тільки підземним способом; перехід на відкритий спосіб розробки родовища і припинення очисних робіт підземним способом; одночасна розробка родовища відкритим і підземним способами.

Найбільшого поширення набула одночасна (або сумісна) розробка родовища.

Переваги сумісної розробки: можливість інтенсифікації відробітку родовищ; забезпечення повного вилучення запасів; вищі техніко-економічні показники, ніж при тільки підземній



розробці, і максимальна виробнича потужність підприємства; значне підвищення ефективності капіталовкладень.

Повторну розробку корисних копалин відкритим способом проводять на родовищах, частина запасів яких раніше відпрацьована підземними роботами. Основна мета повторної розробки - забезпечення повнішого вилучення з надр запасів корисної копалини. Підземна розробка родовищ пов'язана з великими втратами руди, величина яких зазвичай складає не менше 25 %. У Криворізькому басейні в зонах шахт в даний час накопичилося близько 900 млн. т втрачених руд з високим вмістом заліза. Практично всі ці запаси можуть бути відпрацьовані відкритим способом.

Технологія робіт на кар'єрах як при сумісній, так і при повторній розробці аналогічна, оскільки гірничі роботи проводять в зоні впливу підземних гірничих виробок. Основні труднощі при роботі в кар'єрі викликані порушенням масиву, що знижує стійкість уступів, а також ефективність вибухових і бурових робіт. Порушеність масиву приводить до необхідності зменшення в 2 і більше разів висоти уступу, зменшення кута укосу уступів і збільшення ширини робочих майданчиків.

Специфіка розробки високогірних родовищ зумовлюється: складним рельєфом, тріщинуватою тектонікою масиву і значною висотою розташування родовищ над рівнем моря (до 5000...7000 м); зниженим атмосферним тиском, високою сейсмічністю, інтенсивним селе- і лавиноутворенням; своєрідністю клімату, що виражається в пониженні температури на 0,6...0,7° і більше при підйомі на кожних 1000 м, а також значними амплітудами зміни температур, досягаючими 47...65° С; складними економічними умовами, що характеризуються віддаленістю від основних транспортних комунікацій (400...500 км), низькою щільністю населення, технічних споруд.

Разом з цими несприятливими умовами розробки високогірних родовищ є і позитивні сторони: наявність потужних гідротехнічних ресурсів, можливість використання гравітаційного методу переміщення руди. На багатьох високогірних родовищах застосовують сумісну розробку відкритим і підземним способами.



Для розрізу високогірних родовищ застосовують наступні способи: напівтраншеями і траншеями, стовбурами і штольнями, рудоспусками і рудоскатами, а також комбінаціями перерахованих схем. Практика відробітку високогірних родовищ показала, що застосування рудоспусків і штолень забезпечує зниження капітальних витрат на транспорт на 20...40 %, а експлуатаційних витрат на 50 %. В умовах високогір'я розповсюдження мають системи з вивезенням розкривних породах на зовнішні відвали. В деяких випадках застосовують для видалення розкривних порід масові вибухи на викид. Гірську масу транспортують у великовантажних автомобілях, а в деяких випадках і залізничним транспортом. На високогірних кар'єрах зазвичай вдається створити робочі майданчики тільки невеликих розмірів, які при вибухах повністю перекриваються породою розвалу, а частина гірської маси звальнюється на нижні уступи.

По ступеню підготовленості до експлуатації запаси діляться на розкриті, підготовлені до зачистки і готові до виїмки. Розкриті запаси є частиною промислових запасів, для розробки яких вироблені всі необхідні роботи (пройдені траншеї або з'їзди, зняті покриваючі породи, проведені дренажні виробки, нарізані уступи і підготовлені робочі майданчики для укладання транспортних шляхів).

Питання для самоперевірки, повторення

1. Які особливості системи розробки комбінованим транспортом зі скиповим підйомом?
2. Які є схеми застосування автомобільного і конвеєрного транспорту?
3. Охарактеризуйте перенавантажувальні вузли.
4. Охарактеризуйте параметри систем розробки з комбінованим транспортом.
5. Які існують варіанти комбінованої розробки?
6. Яка специфіка розробки високогірних родовищ? Охарактеризуйте інтенсивність гірничих робіт на кар'єрах.



РОЗДІЛ 7 СТАНЦІЇ, РОЗ'ЇЗДИ ТРАНСПОРТУ КАР'ЕРІВ

7.1. Загальні відомості

Принципові схеми мережі кар'єрних колій показані на рис. 7.1.

У схемі (рис. 7.1, а) корисна копалина і порода транспортуються на поверхню по загальних виїзних коліях, що можуть бути двоколійними. У схемі (рис. 7.1, б) потоки розділені, але вона вимагає значних обсягів гірничих робіт і застосовується для неглибоких кар'єрів.

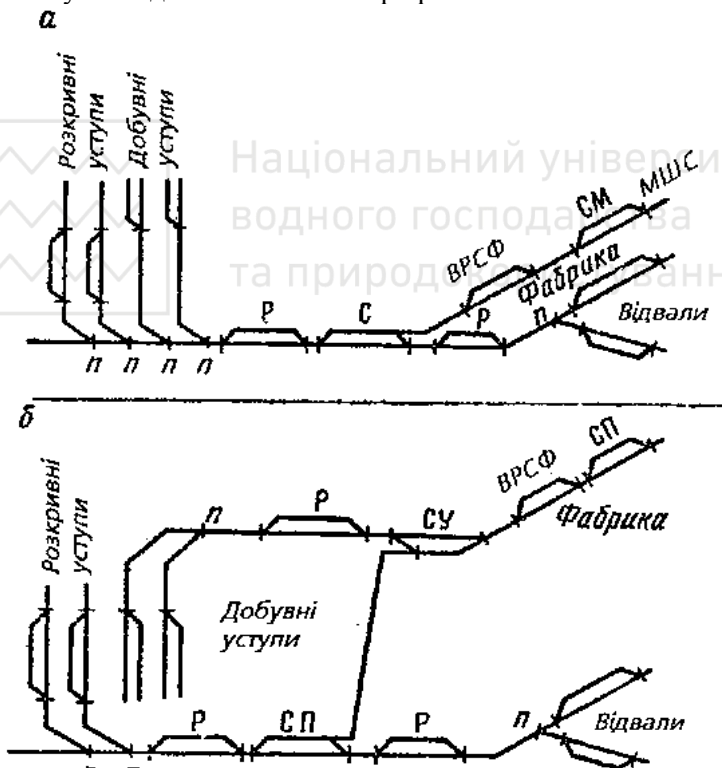


Рис. 7.1. Принципові схеми колійного розвитку кар'єрів:
а – при суміщеному транспорті породи і копалини; б – при
роздільному транспорті породни і копалини



Елементами схем є головні відкатні шляхи, навантажувальні вибійні шляхи, розвантажувальні відвальні шляхи, вантажно-розвантажувальні станції збагачувальних фабрик, станції примикання до магістральних шляхів, розподільні станції, станції «породні» або «вугільні» («рудні»), роз'їзди, пости регулювання руху (блокпости, примикання, пересічення та ін.). Усю мережу можна також розділити на перегони і розділові пункти, до яких належать пости, роз'їзди і станції.

7.2. Головні відкатні колії і пости

Залежно від конфігурації траси колій у межах контуру кар'єру розрізняють п'ять основних систем головних відкатних колій: проста, тупикова, спіральна, кільцева (з кільцевим рухом потягів) і змішана (рис. 7.2).

Тупикові схеми застосовують при крутому падінні покладу корисної копалини і невеликих розмірів кар'єрного поля за простяганням [10; 11]. Тупики розташовують на неробочому борті і гірничі роботи ведуть у напрямку від лежачого до висячого боку. За умовами пропускної здатності переважають схеми з телескопічними тупиками - один в другий (рис. 7.3) то виключають схрещення потягів. При великій площі кар'єрного поля іноді можливе сполучення прямих ділянок петлями.

Спіральну схему застосовують при крутому падінні покладу і розмірах поля, достатніх для вписування рейкових колій без розносу бортів кар'єру. При відпрацюванні кар'єру на всю глибину такі випадки досить рідкі, тому застосовують змішану схему – спіральну-тупикову та ін.

Кільцеву схему застосовують при відпрацюванні неглибоких положистих родовищ і великих розмірах кар'єрного поля. Вона відрізняється простотою і високою пропускною здатністю.

Кількість головних відкатних шляхів визначають розрахунком: головні шляхи мають пости. Пост – це роздільний пункт, що не має шляховою розвитку, що влаштовується на перегонах для поділу їх на блоки-ділянки (з метою підвищення



пропускної здатності) або в пунктах примикання забійних і відвальних шляхів (рис. 7.4).

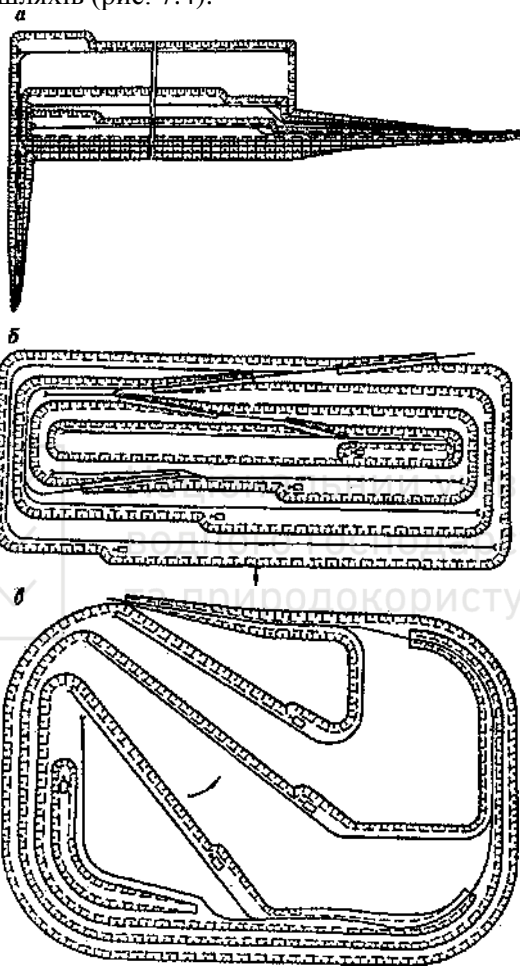


Рис. 7.2. Форми траси залізничної колії в плані:
а – проста, б – тупикова, в – спіральна

Звичайно трасу вводять у контур кар'єра з торця і у знижених місцях рельєфу поверхні з метою найбільшого використання простягання кар'єрного поля і скорочення гірничо-будівельних робіт. При призначенні траси враховують



також необхідність розташування на стійкій основі, стаціонарність розміщення станцій на поверхні, довжину з'єднувальних колій. Основними параметрами траси є: величина керівного підйому, різниця висотних оцінок початку і кінця траси, мінімальні радіуси криволінійних ділянок, теоретична і дійсна довжина, кількість і конструкція пунктів примикання горизонтальних шляхів до похилого.

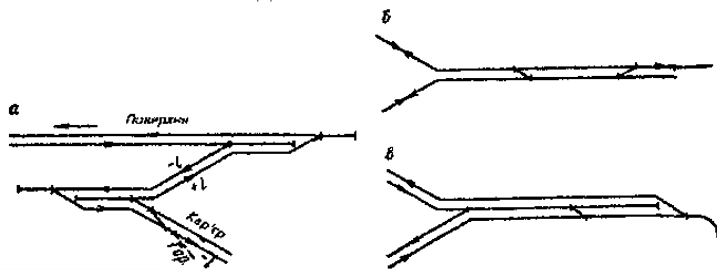


Рис. 7.3. Схеми тупикових заїздів:

а – з телескопічними тупиками; б, в – одноколіїного і двоколіїного з примиканням робочих горизонтів з одного боку

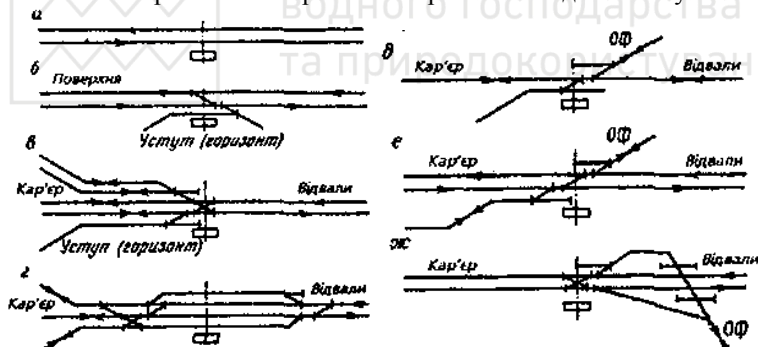


Рис. 7.4. Приклади схем постів:

а – блокпост на перегоні, б – примикання одноколіїної ділянки до двоколіїної в кар'єрі при роботі одного або двох екскаваторів на горизонті, в – примикання до двоколіїної ділянки; г – примикання зі шляховим розвитком чотирьох одноколіїних ділянок до двоколіїної, д – пересічення одноколіїних із запобіжними тупиками з боку пересічення другорядних колій, е – пересічення двоколіїної з одноколіїною в двох напрямках, ж – пересічення двоколіїної з одноколіїною при будівництві шляхопроводу



Теоретична довжина похилої траншеї L_T визначається глибиною її закладання (H) і величиною ухилу (i)

$$L_T = \frac{1000H}{i}, \text{ м.} \quad (7.1)$$

Дійсна довжина траси для залізничного транспорту більше теоретичної внаслідок зменшення нахилу на кривих ділянках примикання траншеї до робочих горизонтів. При наближених розрахунках подовження траси враховує коефіцієнт подовження k_m , що являє собою відношення дійсної довжини траси L_D до теоретичної L_T .

Дійсна довжина

$$L_D = k_m L_T, \text{ м.} \quad (7.2)$$

При зовнішніх траншеях $k_m=1,1\dots1,2$; при внутрішніх – $k_m=1,2\dots1,6$.

Величина ухилу, що допускається, на кривих

$$i_k = i_p - \omega, \text{‰}, \quad (7.3)$$

де i_k – керівний ухил;

i_p – ухил рівномірного руху;

ω – додатковий опір рухові потяга на кривих.

Довжина ділянки примикання l_n (рис. 7.5) траншей до робочих горизонтів складається з довжини стрілочного перевodu і довжини потяга з запасом на точність його установки (звичайно 15 м) і досягає 150...250 м залежно від ширини колії. Примикання на горизонтальних площадках (рис. 7.5, а) має найбільше поширення. Воно просте в конструктивному відношенні і має приблизно ті ж переваги, що і примикання на зменшеному ухилі. Коефіцієнт подовження траси при цьому найбільший $k_m=1,40\dots1,60$. Примикання на зменшеному ухилі i_n (рис. 7.5, б) забезпечує нормальне рушання потяга з місця, вантажопідйомність якого визначена умовами рівномірного руху на керівному підйомі, $k_m=1,25\dots1,30$.

Величина зм'якшеного ухилу ділянок примикання звичайно приймається

$$i_n = (0,50\dots0,60)i_p, \text{‰}. \quad (7.4)$$

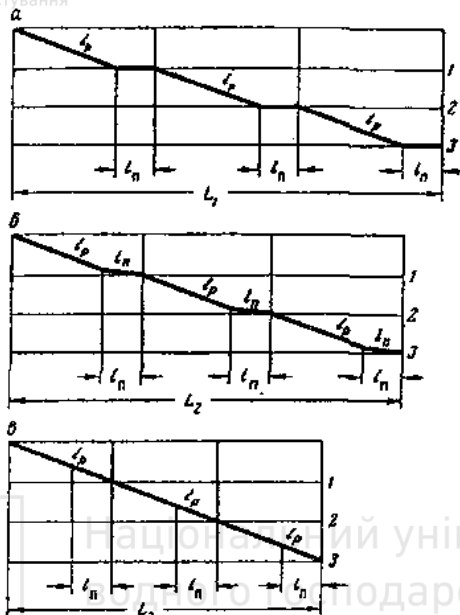


Рис. 7.5. Схеми примикання забійних (сполучних) колій до колій капітальних траншей:

а – на горизонтальних площадках; б – на пом'якшеному ухилі;
в – на керівному ухилі; 1, 2, 3 – робочі горизонти кар'єру

Примикання на керівному ухилі i_k (рис. 7.5, в) дозволяє отримати найменшу довжину траси відкотного шляху L_3 , оскільки $k_m=1,05\dots1,20$, обсяг гірничокапітальних виробок мінімальний. Однак вантажопідйомність потяга при цьому буде найменшою, оскільки останню встановлюють з умов рушання з місця навантаженого поїзда на керівному підйомі. Подібна траса може знайти застосування в умовах глибоких кар'єрів.

7.3. Вибійні і відвальні колії

Вибір схеми вибійних колій залежить від кількості і типу екскаваторів на уступі, довжини фронту і корисної ваги складу (рис. 7.6) Основне завдання - найшвидший обмін потягів. Найбільш проста одношляхова тупикова схема (рис. 7.6, а), при якій обмін потягів роблять на роздільному пункті,



розташованому на початку шляху. Застосовується для обслуговування одного екскаватора.

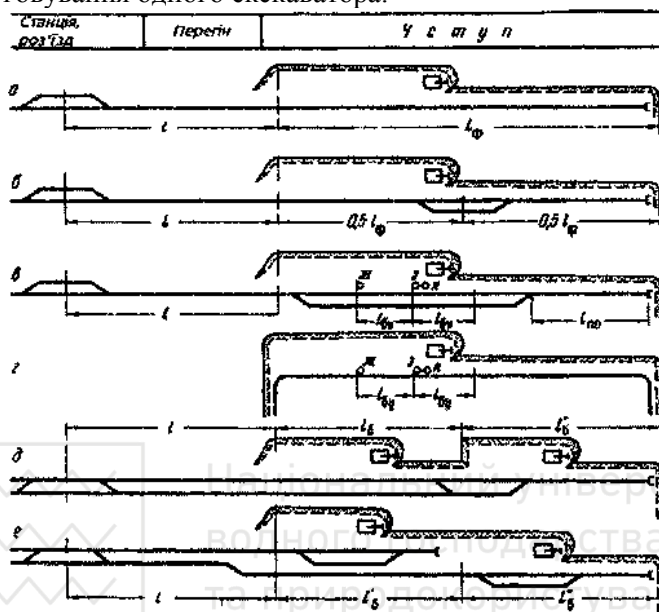


Рис. 7.6. Типові схеми розвитку вибійних шляхів:

а, б, в – при одному одноковшовому екскаваторі на уступі, рух маятниковий навантаження нижнє; г – те ж, але рух потоковий;
д, е – при двох одноковшових екскаваторах, рух маятниковий, навантаження нижнє

Середній час обміну составів

$$t_{об} = \frac{0,06(2l + l_{\phi})}{v_{cp}} + \tau_c, \text{ хв}, \quad (7.5)$$

де l – відстань від роздільного пункту до початку фронту роботи екскаватора, м;

l_{ϕ} – довжина фронту роботи, м;

v_{cp} – середня швидкість руху по сполучних і забійних шляхах, км/год;

τ_c – час відношень потягів; $\tau = 2 \dots 3$ хв.



Час обміну скорочується при схемах з переносним роз'їздом (рис. 7.6, б) або тупиком, де очікує порожняковий состав

$$t_{об} = \frac{0,06(l + 0,5l_{\phi})}{v_{cp}} + \tau_c, \text{хв.} \quad (7.6)$$

Схеми за рис. 5, е, г доцільні при поділі шляху на блок-ділянки. Довжина блоку-ділянки $l_{\delta\delta} \approx 300$ м, порожняковий потяг очікує у двознакового світлофора.

Час обміну

$$t_{об} = \frac{0,06l_{\delta\delta}}{v_{cp}} + \tau_c, \text{хв.} \quad (7.7)$$

При двох екскаваторах на уступі і схемі за рис. 7.6, д

$$t_{об} = \frac{0,06(l + 0,5l'_{\delta} + 0,5l''_{\delta})}{v_{cp}} + \tau_c, \text{хв.}, \quad (7.8)$$

де l'_{δ} і l''_{δ} – довжина блоків першого і другого екскаваторів.

Для схеми за рис. 7.6, е

$$t_{об} = \frac{0,06(l + 0,5l'_{\delta} + 0,25l''_{\delta})}{v_{cp}} + \tau_c, \text{хв.} \quad (7.9)$$

При проходці капітальних і розрізних траншей схему колій (рис. 7.7) вибирають на основі техніко-економічних розрахунків, що враховують параметри траншеї, зміну продуктивності екскаваторів при різних схемах, обсяги колійних робіт та ін. При розташуванні колій на підосві виробки до екскаватора підводять одну або дві (рис. 7.7, а) навантажувальні тупикові колії. У міру посування вибою колії нарощують ланками невеликої довжини. У тупики під завантаження думпкери встановлюють по одному, тому состав на поверхні або в траншеї розформовують. Для проведення маневрових операцій укладають виставочний тупик або обмінний пункт більш складної конфігурації.

При використанні механічних лопат з подовженим робочим устаткуванням (рис. 7.7, б) або драглайнів (рис. 7.7, в) колії розташовують у більш сприятливих умовах – на покрівлі



уступу. Потяг завантажують цілком і обмінюють на роздільному пункті у вибої або на початку шляху.

При пошаровій проходці траншеї для кожного шару застосовують звичайно схему колій за рис. 7.7, б або 7.7, в, рідше за рис. 7.7, а. Коли чергову заходку пройдено на всю довжину траншеї, колії переносяться на підшву цієї заходки. Якщо проходку роблять у декількох заходках одночасно, то в кожнійкладають самостійні шляхи. Випередження робіт у суміжних заходках повинно бути достатнім для розміщення составів.

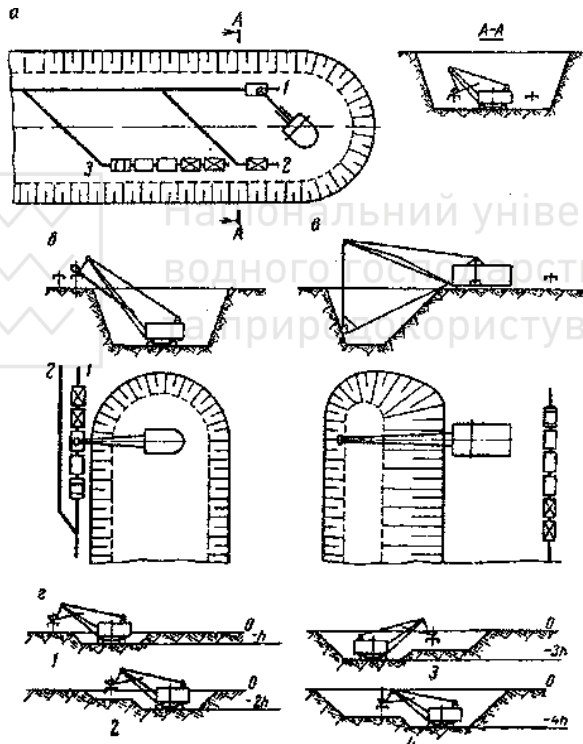


Рис. 7.7. Схеми колійного розвитку при проходці траншеї:

- а – суцільним вибоєм з нижнім вантаженням; 1, 2 – вантажні тупики;
3 – виставочний тупик; б – суцільним вибоєм з верхнім вантаженням;
1 – вибійна колія; 2 – переносний тупик для обміну потягів;
в – драглайном з роздільним пунктом на початку колій; г – пошарово;
1, 2, 3, 4 – положення колій у міру поглиблення траншеї екскаватором



Схема колій на відвалах (рис. 7.8) залежить від продуктивності відвала, розвитку робіт (однобічною або двобічною), виду механізації відвалоутворення. При плужному відвалоутворенні видалення відвалів від станції «Породна» не повинне перевищувати 600...900 м, при екскаваторному відвалоутворенні – визначається розрахунком з умови безперервної роботи екскаватора.

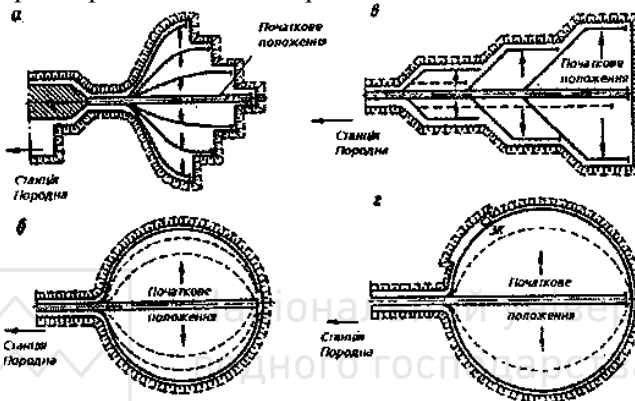


Рис. 7.8. Схеми колійного розвитку на відвалах: а – тупикова при віяльному способі плужного відвалоутворення; б – те ж, але з криволінійним розвитком відвалів; в – те ж, але при одноковшових екскаваторах; г – переважно при застосуванні відвалоутворювачів

7.4. Роз'їзди і станції

Роз'їзд – роздільний пункт із колійним розвитком, що служить для схрещення і обгону потягів на одноколійних лініях (рис. 7.9) [36]. Довжина роз'їзду (рис. 7.9, а)

$$l_p = l_n + 2l_0 + 15, \text{ м}, \quad (7.10)$$

де l_n – довжина потяга, м;

l_0 – відстань від початку переводу до контрольного стовпа, м;

15 м – неточність зупинки поїзда.

При обгоні на роз'їзді передбачають треті колії (рис. 7.9, б). Потяги, що прямують ліворуч з зупинкою, приймають на колії 3, праворуч із зупинкою – на колії 2, ті, що прямують без



зупинки, проходять по коліях 1. d – величина подовжнього зсуву колій (не менше l_0).

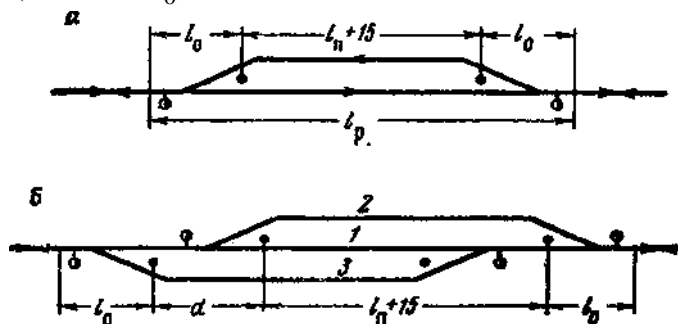


Рис. 7.9. Роз'їзди на одноколіїних лініях:

а – для схрещення потягів; б – для схрещення і обгону

Станція – роздільний пункт з колійним розвитком, на якому крім схрещення і обгону потягів роблять навантаження і розвантаження вагонів, формування і розформування потягів, екіпірування локомотивів. Для полегшення маневрової роботи, спостереження за сигналами і можливості подальшого розвитку станції і роз'їзди розташовують на прямих горизонтальних ділянках шляху. У стиснених умовах допустиме розташування в кривій радіусом 600 м і на ухилі не більше 2,5 ‰. Корисною довжиною станційних колій називають ту частину, у межах якої потяг не заважає рухові по сусідніх шляхах. Цю довжину обмежують на місцевості граничними стовпчиками або вихідними сигналами.

Повна довжина колій – відстань між початками стрілочних переводів, що обмежують шлях. Відстань між коліями роблять більше, ніж на перегонах.

Залежності від призначення станційні колії поділяють на: головні, що є продовженням колій перегону; приймально-відправні, призначені для приймання, стоянки і відправлення поїздів; сортувальні – для нагромадження вагонів і формування потягів; вантажно-розвантажувальні; витяжні, призначені для перестановки вагонів і составів при маневровій роботі; депівські; інші (складські, екіпірувальні, сполучні).



Колії, призначені для виконання однорідних операцій, поєднують за допомогою стрілочних переводів в одну групу, що називається парком (парк прийому, відправлення, сортування, відстою). Кінець парку, де зосереджені стрілочні переводи, називають горловиною. Схеми і пристрої станцій визначаються їхнім призначенням та інтенсивністю руху.

Розподільні станції обслуговують рух потягів не менше ніж з трьох напрямків (наприклад, кар'єр, відвали, збагачувальна фабрика). За характером руху поділяються на станції прохідного типу (рис. 7.10, а) і з кутовим рухом (рис. 7.10, б).

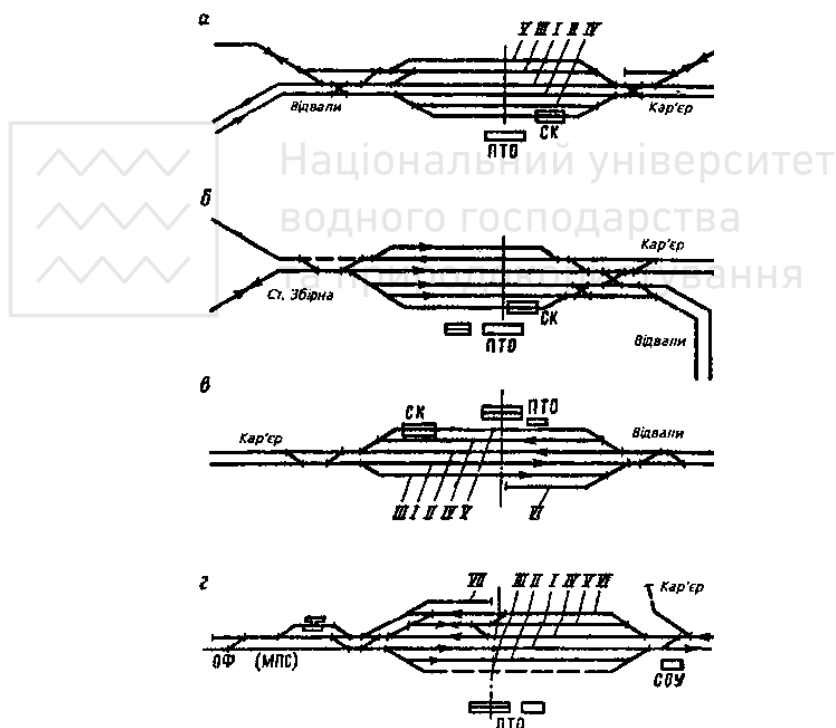


Рис. 7.10. Схеми станцій при різних розмірах руху:
а – розподільне наскрізного типу (120...150 пар потягів на добу);
б – розподільна з кутовим рухом (100...120 пар потягів на добу);
в – породна (понад 100 пар потягів на добу); г – складальна при
двоколійному виході з кар'єру



Колії спеціалізують за напрямками: I і III – для приймання і відправлення навантажених поїздів на відвали; II і IV – для приймання і відправлення порожняка; V – для руху потягів на збагачувальну фабрику і назад. Передбачають також пункт технічного огляду, будівлю посту електричної централізації, оглядову канаву для локомотивів, сушарку для піску. Залежно від схеми розкриття і відпрацювання кар'єру розподільні станції розташовують звичайно в межах кар'єрного поля або на виході колій з кар'єру, тому їх іноді називають кар'єрними станціями.

Станції породні призначаються для приймання потягів з породою з кар'єру і відправлення на відвали, приймання порожніх потягів з відвалів, огляду вагонів, екіпірування локомотивів, випробування гальм і відправлення порожнього составу в кар'єр. Якщо локомотив знаходиться в голові навантаженого поїзда, то перед відправленням на екскаваторні відвали передбачають операції з обгону локомотива. При одношляховому підході з боку кар'єру станцію виконують у вигляді роз'їзду з двох-трьох колій; при двоколійному підході (рис. 7.10, б) колії спеціалізують за напрямком і призначенням. I, III і II, IV – приймально-відправні навантаженого напрямку і порожнього; V – для екіпірування електровозів; VI – для стоянки несправних вагонів і колійних машин.

Складальні станції крім розподілу потягів по напрямках призначені для формування составів при відкатці корисної копалини до залізниць загального користування у вагонах і при розташуванні споживача (наприклад, збагачувальної фабрики) на відстані понад 10...15 км від кар'єру. Основні операції полягають в прийманні порожніх маршрутів, розподілі їх на частини перед відправленням у кар'єр, прийманні з кар'єру і нагромадженні навантажених груп вагонів до вагової норми маршруту, відправленні, зважуванні навантажених вагонів і сортуванні, обприскуванні на ходу потяга (швидкість 5...8 км/год) стінок порожніх вагонів різними рідинами для запобігання примерзання руди. При формуванні маршруту з двох груп і двоколійному підході з боку кар'єру (рис. 7.10, г) можлива така спеціалізація колій: I, II – приймально-відправні для порожняка з розбиранням з голови потяга; III – запасний;



IV і VI – приймально-відправні з кар'єру; V – шлюзовий для локомотива. Установки для обприскування сіллю розташовують на виході зі станції порожніх составів.

Вузлові станції поєднують у собі різні типи станцій і розв'язок. Межами станцій і роз'їздів на одноколійних лініях є вхідні сигнали, встановлені не ближче 50 м від гостряка першого перевалу. На двколійних лініях межами станцій по кожній головній колії є: з одного боку – вихідний сигнал, з іншого – спеціальний знак, встановлений на відстані не менше 25 м за останнім стрілочним перевалом.

Питання для самоперевірки, повторення

1. Які існують принципові схеми колійного розвитку кар'єрів?

2. Які системи головних відкатних колій розрізняють, залежно від конфігурації траси колій? Охарактеризуйте їх.

3. Назвіть основні параметри траси.

4. Від чого залежить вибір схеми вибійних колій?

5. Які схеми колійного розвитку на відвалах розрізняють?

6. Що таке роз'їзд? Від чого він залежить?

7. Що таке станція?

8. Як поділяють колії в залежності від призначення станційні?

9. Для чого призначені розподільні станції?

10. Для чого призначені породні станції?



РОЗДІЛ 8

ОРГАНІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

8.1. Загальні питання організації

Організація транспорту – це комплекс заходів щодо найбільш ефективного сполучення особистих і предметних елементів праці, найбільш ефективної координації транспортних процесів у часі і просторі, найбільш ефективного планування і обліку (вантажопотоки, розподіл робітників, розподіл засобів та ін.) [14].

Організація транспорту складається з оперативно-технічного планування, контролю і обліку виконання плану та керування роботою транспорту.

Планує роботу керівний склад транспортних цехів (ділянок), погоджуючи плани з керівництвом технологічних цехів. Затверджуються плани головним технічним керівником підприємства. Контроль виконання плану і оперативне керування роботою транспорту виконує диспетчерська служба.

Транспортна схема в загальному випадку – це комбінація стаціонарних установок (конвеєри, канатні відкатки) і самохідних (локомотиви, автомобілі).

Відповідно до цього основними питаннями організації, розглядуваними нижче, є планування роботи стаціонарних установок і самохідного транспорту, планування роботи транспорту в цілому, диспетчерський контроль і керування роботою транспорту. Упроваджені системи керування на кібернетичній основі.

Планування роботи стаціонарних установок. До стаціонарних установок належать конвеєри, канатні відкатки, підвісні канатні дороги, гідротранспортні і пневмотранспортні установки, канатно-скреперні установки.

Оскільки при транспортуванні вантажу двигун знаходиться на одному місці, то координувати роботу в просторі не потрібно. Завдання зводиться до координації операцій у часі.

До операцій належать: прийняття і здача зміни, перевезення вантажів, планово-попереджувальні ремонти,



пересування машин на нову трасу (для пересувних установок), подовження або скорочення установки.

Для складання плану роботи потрібно мати графік надходження вантажів у часі, тривалість і кількість змін роботи установки, нормативи часу на виробництво планово-попереджувальних ремонт і оглядів.

План роботи оформляють або у вигляді графіка, на якому послідовність і тривалість кожної операції вказують горизонтальними лініями, нанесеними на рівні рядка, що відповідає тій або іншій операції, або у вигляді розкладу роботи установок.

8.2. Планування роботи стаціонарних установок та рухомого складу

Планування роботи включає вибір виду організації руху (закріплення составів за локомотивами або за маршрутами), складання плану роботи станцій і локомотивів, визначення кількості потрібних вагонів та їхнього розміщення

Закріплення составу за локомотивами. Якщо состав вагонів закріплено за локомотивом, то він переміщається локомотивом усюди по перегонах, при навантаженні і при розвантаженні. Перевагою є відсутність маневрового устаткування, недоліками – мале використання локомотивів (вони знаходяться в русі 15...20 % часу циклу) і відсутність запасів порожняка на станціях.

Якщо состав не закріплений за локомотивом, то локомотив переміщає його тільки по перегонах і виставляє на навантаження і розвантаження, де переміщення вагонів здійснюється лебідками, штовхачами або маневровими локомотивами. Локомотив, залишивши состав на кінцевому пункті, бере інший состав, готовий до відправлення. Перевагою є краще використання локомотивів (відносний час руху локомотива приблизно вдвічі більше, ніж при першій формі організації), можливість створення запасу вагонів на станціях. Недолік - наявність маневрового устаткування для переміщення вагонів при навантаженні і розвантаженні. Маневрові локомотиви як маневрове устаткування з економічної точки



зору себе не виправдовують – вони дорожчі штовхачів, електричне устаткування їх швидко виходить з ладу.

Закріплення составу за локомотивом застосовують, як правило, на кар'єрах і на рудних шахтах, де є значна кількість пунктів навантаження і розвантаження, які часто переміщуються. Робота без закріплення составу за локомотивом вимагає установки великої кількості важкого маневрового устаткування і ускладнює організацію навантаження.

Рух без закріплення составу за локомотивом, як правило, застосовують на вугільних шахтах де пункти навантаження і розвантаження нечисленні і відносно стабільні, а час завантаження порівняно великий.

Закріплення локомотивів за маршрутами. Можливі три варіанти, організації із закріпленням локомотива за маршрутом (коли локомотив обслуговує тільки один визначений пункт навантаження) без закріплення локомотива за маршрутом (коли будь який локомотив обслуговує будь-який пункт навантаження), змішана їзда (коли частина локомотивів закріплюють за маршрутами, частина – не закріплена).

Переваги їзди з закріпленням за маршрутом максимальне спрощення — диспетчерського керування, зацікавленість машиніста локомотива в роботі визначеної експлуатаційної ділянки, велика безпека руху оскільки машиніст добре знає етап шляхів і виробок на одному маршруті. Недолік: мале використання рухомого составу тому що диспетчер позбавлений можливості перекидання локомотивів з ділянки на ділянку.

Перевага їзди без закріплення за маршрутом: краще використання локомотивів (кількість локомотивів знижується на 25...35 % порівняно з їздою із закріпленням). Недопіки: необхідність дуже чіткої роботи диспетчерської служби і наявність досконалої системи контролю і керування, менша безпека при поганому стані шляхів і виробок. Робота за знеособленим графіком більш прогресивна – вона підвищує продуктивність праці і вимагає підвищення культури виробництва.

План роботи станцій дається у вигляді техніко-розпорядничого акту, у якому вказують загальну



характеристику станції, відомості про парки, шляхи, стрілки, сигнали, перелік і характеристики вантажних, дозуючих сортувальних пристроїв порядок прийому і відправлення поїздів, проведення маневрів.

План роботи локомотивів дається або у вигляді планового графіка, або плану погодинної подачі вагонів.

Найбільш повно робота локомотива відбивається графіком руху. На графіку (рис. 8.1, а) по осі абсцис відкладають години доби з поділом на двох-, п'яти- або десятихвилинні інтервали, а по осі ординат – відстань між роздільними пунктами. Стоянки і маневри на роздільних пунктах зображують горизонтальними відрізками графіка рух потягів – похилими прямими лініями, кут нахилу яких залежить від середньої швидкості руху.

Для побудови графіка потрібно мати: план роботи пункту завантаження тобто знати у які моменти часу потрібно подати состави; схему рейкових шляхів, час руху по перегонах, час навантажування, час розвантаження. Починають будувати графік (рис. 8.1, б) з нанесення точок А, В, С, що відповідають плановим моментам приходу потягів до пункту навантаження. Знаючи час руху та інші складові часу рейса можна побудувати графік руху локомотива. Щоб не вираховувати час руху по тому чи іншому перегоні можна зробити косинець з нахилом, що відповідає середній швидкості руху, і проводити похилі лінії, користуючись цим косинцем. При побудові графіків завжди з'являються надлишки часу тобто локомотив міг би прийти раніше, ніж це потрібно (скажімо лівіше точки В – рис. 8.1, б). Ці резерви реалізують збільшенням горизонтальних ділянок на роздільних пунктах де це не заважає рухові інших локомотивів.

При кресленні графіків автоматично встановлюється кількість локомотивів, необхідна для обслуговування тієї або іншої ділянки. Наприклад може виявитися (рис. 8.1, б) що локомотив №1, що прийшов у момент часу А не встигне повернутися до моменту Д, отже потрібний додатково локомотив № 2.

Графіки руху розрізняють за багатьма ознаками. Основні ознаки: за кількістю колій (одноколіїні і двоколіїні) і за використанням графіків (виконавчі і примусові).

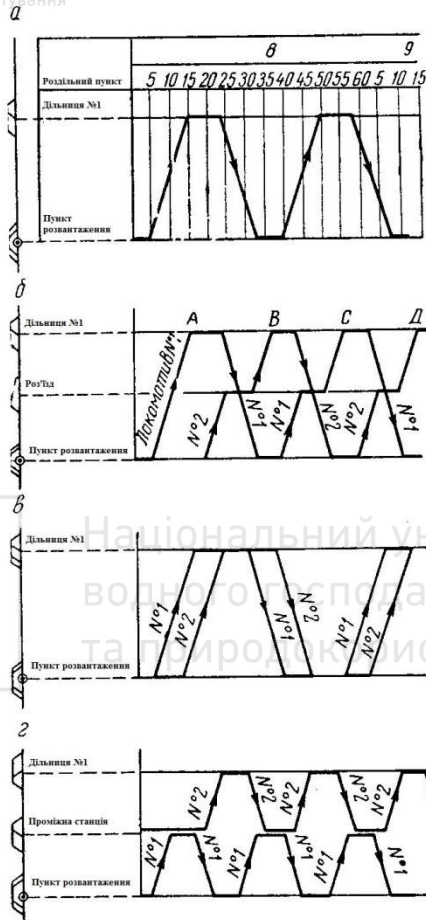


Рис. 8.1. Графіки руху локомотивів по одноколінійній ділянці:
а – при одному локомотиві; б – при двох локомотивах зі схрещенням
на роз'їзді; в – потоковий графік (схрещення на кінцевому роздільному
пункті); г – естафетний графік

Одноколіїні графіки можуть бути без схрещень і зі схрещеннями.

Графік без схрещень може бути при одному локомотиві (рис. 8.1, а); при двох локомотивах при русі подвійною тягою коли локомотиви поєднуються і перевозять подвійний состав



при пачковому графіку («їзда вслід» – рис. 8.1, в); коли локомотиви рухаються «пачками» – один за іншим (в останньому випадку на кінцевій станції повинні розміщатися усі потяги «пачки»), при естафетному графіку (рис. 8.1, г) коли при наявності двох локомотивів один з них курсує між навантажувальним пунктом і проміжною станцією, а другий – від останньої до пункту розвантаження. Якщо на проміжній станції є запас вагонів, то робота локомотивів незалежна і час на чекання знижується, якщо ж запасу вагонів немає, то втрати на чекання не менше ніж при графіку зі схрещеннями.

Графіки зі схрещеннями можуть бути при мінімальній кількості роз'їздів, кількість яких тоді дорівнює кількості локомотивів мінус одиниця і при кількості роз'їздів більше мінімальної. На рис. 8.1, б зображений графік для мінімальної кількості роз'їздів $2-1=1$.

Потяг, що приходить на роз'їзд зупиняється і рухається далі тільки після проходження зустрічного поїзда. Автоматичного блокування і сигналізації не потрібно, але можливі втрати часу на чекання. Якщо кількість роз'їздів більше мінімальної (у даному випадку, два або більше), то потяг, що підходить по роз'їзду, рухається далі не зупиняючись, якщо вільний перегін, то на наступному роз'їзді повинен з'явитися сигнал, що забороняє рух зустрічному поїздові по перегоні. При цьому втрати часу на чекання скорочуються але необхідно мати автоблокування.

Двоколіїні графіки будуються аналогічно одноколіїним, але схрещення не вимагають роздільних пунктів і не ведуть до втрат часу.

Графіки руху можуть бути **примусовими** і **виконавчими**.

Примусовий графік складається заздалегідь на значний відрізок часу і є планом роботи відкочування у якому строго визначено моменти прибуття локомотивів у ті або інші пункти (за зразком графіків руху потягів). Примусовий графік – вища форма планування, але він вимагає чіткої роботи за планом добувних і розкривних ділянок.

Виконавчий – складається диспетчером у процесі роботи і відбиває фактичне положення справ на кожен момент часу. Він



допомагає диспетчерові регулювати рух і є документом обліку роботи транспорту. На гірничих підприємствах застосовуються тільки виконавчі графіки. План роботи локомотивів при цьому дається або у вигляді типового (середнього) непримусового графіка, або у вигляді плану погодинної або позмінної подачі вагонів.

Визначення вагонного парку і його розміщення.

Кількість вагонів для всього рейкового транспорту гірничого підприємства можна визначати різними методами. Найбільш досконалим є метод розміщення вагонів, при якому розставляють вагони по всіх пунктах де вони повинні знаходитися, а потім підсумовують їх і одержують кількість вагонів у роботі [35; 38].

Для підприємств, на яких застосовують закріплення составу за локомотивом (кар'єри рудні шахти), вагони знаходяться тільки з локомотивами, тому

$$z_{вр} = z_{л}z, \quad (8.1)$$

де $z_{вр}$ – кількість робочих вагонів;

$z_{л}$ – кількість робочих локомотивів;

z – кількість вагонів у составі.

Інвентарна кількість вагонів

$$z_{винв} = z_{вр}k_{инв}, \quad (8.2)$$

де $k_{инв}$ – коефіцієнт інвентарності, що враховує вагони в резерві та ремонті і невраховані розрахунком вагони; $k_{инв} = 1, 2 \dots 1, 3$.

Для підприємств, на яких состав не закріплюється за локомотивом, вагони знаходяться не тільки з локомотивами, але і на станціях. Для підрахунку складають таблицю розміщення вагонів. Вважають, що всі локомотиви знаходяться в русі із составами. На станціях знаходиться максимально можлива кількість вагонів тобто сумарна ємність навантажених і порожніх віток станції мінус один составів. Останнє необхідно тому, що інакше потяг не можна прийняти на станцію. Підсумувавши вагони, одержуємо $z_{вр}$ і за знаходимо інвентарну кількість.



Для оцінки кількості вагонів використовують визначену досвідом технологічну норму ємності в розрахунку на 1000 т добового видобутку

$$V_{num} = \frac{1000 z_{винв} V_e}{Q_{доб}}, \text{ м}^3, \quad (8.3)$$

де V_e – ємність вагонетки, м^3 ;

$Q_{доб}$ – добовий видобуток, т.

Можна орієнтовно визначити $z_{винв}$, користуючись нормативами V_{num}

$$z_{винв} = \frac{V_{num} Q_{доб}}{1000 V_d}. \quad (8.4)$$

Планування роботи транспорту підприємства в цілому. Вихідним для складання плану роботи транспорту є плановий технологічний графік роботи підприємства: для кар'єрів – графіки роботи кожного екскаватора в просторі і в часі з урахуванням перерв для ремонту, укладання шляхів, буропідричних робіт; для шахт – графіки роботи добувних і підготовчих ділянок [40].

Планування роботи транспорту підлеглі вимозі виконання плану роботи технологічних ділянок.

План роботи транспорту включає плани роботи всіх стаціонарних установок, план роботи локомотивної відкатки, план розміщення вагонів і розклад руху пасажирських составів.

Іноді вичерпують зведений графік роботи підприємства, на якому один під одним у тому самому масштабі часу приводять графіки роботи технологічних ділянок, стаціонарних установок, залізничного транспорту. Такі графіки виходять громіздкими, тому їх застосовують рідко.

8.3. Диспетчерський контроль. Генеральний план

Диспетчерська служба може бути одно- і двоступеневою. При одноступеневій є один диспетчер, який керує технологічними процесами і транспортом. При двоступеневій



службі – гірничий диспетчер і підлеглий йому диспетчер з транспорту.

У функції диспетчера входить контроль і облік роботи транспорту і керування його роботою.

Для збору інформації використовують візуальне спостереження, телефонний зв'язок і засоби телесигналізації. Останні мають датчики стану об'єктів і лінії зв'язку, по яких показання датчиків передаються диспетчерові. Для наочності оптичні сигналізатори (лампи) розміщують на мнемосхемах – спрощених схемах транспортного ланцюга. Сигнали показують стан об'єктів, працює конвеєр чи ні, ступінь заповнення бункерів, положення шибєрів, стан стрілочних переводів.

Облік роботи може здійснюватися диспетчером, який заповнює спеціальні бланки, або автоматично самописними приладами, лічильниками тощо.

Мета керування – створення безпечних умов праці і виконання плану перевезень з найменшими витратами праці і засобів. Керування полягає у виробленні керуючих сигналів на підставі переробки наявної інформації про хід виробничих процесів.

Вироблення сигналів (ухвалення рішення) може здійснювати диспетчер або керуюча обчислювальна машина.

Керування окремим об'єктом може бути місцевим, коли машина включається оператором за сигналом диспетчера, або централізованим, коли об'єкт включається з пульта диспетчера.

Керування стаціонарними установками не складне. Найбільш складним є керування локомотивною відкаткою. Воно полягає в подачі сигналів потягам і в керуванні стрілками.

Як сигнали застосовують світлофори і семафори. Світлофори сигналізують кольором вогню. Вони бувають двознакові (червоний і зелений) і тризнакові (червоний, жовтий, зелений). При двознаковому світлофорі йде рух на зелене світло і перед потягом є один вільний перегін (рис. 8.2, а). При тризнаковому світлофорі на зелене світло рух іде з повною швидкістю, перед потягом два вільних перегони (рис. 8.2, а), а при жовтому світлі дозволяється рух з малою швидкістю – перед ним є один вільний перегін. Мінімальна відстань між сигналами



(довжина блоку-ділянки) – дорівнює довжині гальмівного шляху.

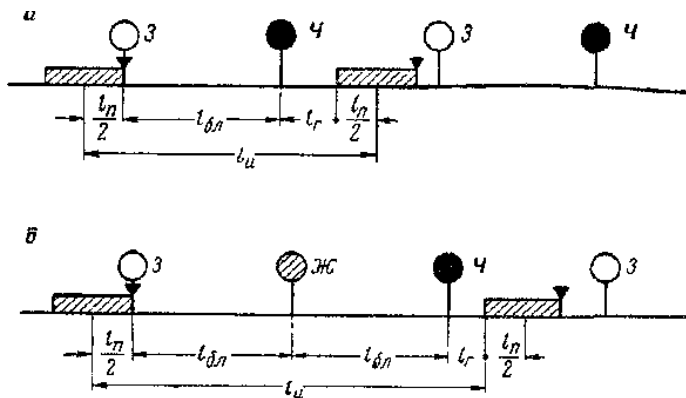


Рис. 8.2. Системи сигналізації:

а – двознакова; б – тризнакова

Семафор сигналізує вдень – положенням крила (горизонтальне положення – закритий), уночі – кольором вогню (червоний, зелений).

Сигнали застосовують у ролі: вхідних, що забороняють або дозволяють вхід на станцію; вихідних, що забороняють, або дозволяють відправлення; прохідних, що забороняють або дозволяють рух з однієї блок-ділянки на іншу. Показання сигналів повинні бути ясно видні з відстані не менш, ніж шлях гальмування, у противному випадку ставлять на довжині гальмового шляху від основного світлофора додатковий, сигнал якого повторює сигнал основного.

Стрілочні переводи можуть керуватися вручну, з локомотива, що рухається, і централізовано – з пульта диспетчера.

Схема рейкових колій поділяється роздільними пунктами (станціями, роз'їздами, постами, блокпостами) на перегони. Відповідно до цього розрізняють керування рухом на перегонах і на станціях. На перегоні може знаходитися тільки один потяг. Для відправлення потяга на перегін потрібна згода двох сусідніх роздільних пунктів. Способи відношень між роздільними



пунктами такі: телефонний зв'язок, електрожезлова система, напівавтоматичне блокування, автоматичне блокування. При телефонній системі машиніст локомотива одержує письмовий дозвіл на заняття перегону від чергового по станції. При електрожезловій системі машиніст одержує металевий жезл, що черговий по станції може вийняти з жезлового апарата тільки за умови, що перегін вільний. При автоблокуванні відкриття і закриття світлофорів відбувається автоматично залежно від положення потягів, що впливають на рейкові кола або датчики. При напівавтоматичному блокуванні зв'язок сигналів аналогічний автоблокуванню, але відкриття світлофорів здійснюється черговим по станції.

Керування рухом на станціях здійснюється із застосуванням системи – сигналізації, централізації і блокування. Сигналізація полягає в подачі сигналів потягам; централізація – у централізованому керуванні стрілками і сигналами світлофорів; блокування – у забезпеченні взаємозв'язку, сигналів світлофорів, положення стрілок і зайнятості шляхів, при якій забезпечується безпека руху. У гірничій промисловості застосовують системи централізованої безпеки (СЦБ) трьох видів:

- 1) з індивідуальною централізацією, коли диспетчер переводить кожен, окрему стрілку натисканням окремої кнопки з одночасним переключенням сигналів світлофорів;

- 2) з маршрутною централізацією, коли будь-який маршрут задається натисканням двох кнопок: початкової (звідки) і кінцевої (куди);

- 3) з автоматичною централізацією, коли переключення сигналів і стрілок здійснюється автоматично.

Останню схему застосовують тільки на перегонах і окремих пересіченнях. Система СЦБ забезпечує одержання запиту про підхід потяга (на мнемосхемі загоряється запитальна лампа і включається дзвоник), централізоване керування світлофорами і стрілочними переводами, передачу розпоряджень машиністам локомотивів у районі формування составів, блокувальні зв'язки. Останні виключають одночасний дозвіл ворожих маршрутів (взаємно виключають один одного з



розуміння безпеки), відкриття сигналу, що дозволяє, при неправильному установленні стрілок, перевід стрілок після подачі сигналу, що дозволяє. Усі можливі маршрути і відповідні їм положення стрілок і світлофорів заносять у таблицю взаємозалежності (ворожості) маршрутів, з якої видно, які маршрути виключають один одного.

Пристрій маршрутно-розподільної сигналізації і стрілочної централізації монтують в одному централізованому апараті. Він містить також мнемосхему, що показує стан шляхових сигналів і стрілок і розташування потягів у будь-який момент часу.

Оцінка рівня організації транспорту. Рівень організації оцінюють системою показників, у більшому або меншому ступені залежних від рівня організації. Єдиного показника немає. Найбільш прямим, що безпосередньо залежить від організації, показником є питома втрата часу з організаційних причин

$$p_o = t_{nep} / t_{зм}, \quad (8.5)$$

де t_{nep} – тривалість перерв у роботі транспорту з організаційних причин за зміну;

$t_{зм}$ – тривалість зміни.

Є цілий ряд показників непрямого характеру:

1) продуктивність пересувних машин (для яких продуктивність значною мірою залежить від рівня організації): локомотива, автосамоскида, самохідного вагона;

2) питома трудоемкість транспорту, що показує кількість людино-змін робітників транспорту на 1000 т видобутку;

3) собівартість транспорту в цілому або в частині витрат, що залежать від рівня організації – зарплата, амортизація;

4) коефіцієнт нерівномірності, осереднений по годинному, змінному або добовому періоді. Він не є прямим показником, оскільки нерівномірність значною мірою визначається нерівномірністю роботи технологічних ділянок і лише частково нерівномірністю транспорту.

5) коефіцієнт використання змінного часу або коефіцієнт машинного часу;



б) коефіцієнт резерву r показує ступінь використання устаткування: чим вище r , тим гірше воно використовується. Іноді визначають коефіцієнт експлуатації

$$k_e = \frac{1}{r}, \quad (8.6)$$

який показує ступінь використання устаткування. Наприклад, якщо $r=2$, то $k_e=0,5$, тобто устаткування використовується на 50% своєї нормативної продуктивності, що свідчить про дуже низький рівень організації.

З усіх непрямих показників k_e найбільш представницький, оскільки він враховує і використання в часі, і нерівномірність роботи і інтенсивність завантаження устаткування.

Питання для самоперевірки, повторення

1. Що таке організація транспорту, та з чого вона складається?
2. Як планується робота транспортних цехів?
3. Як планується робота стаціонарних установок?
4. Як відбувається закріплення складу за локомотивами?
5. Які можливі варіанти організації із закріпленням локомотива за маршрутом?
6. Що таке план роботи станцій?
7. Як планується робота локомотивів?
8. Опишіть однокільні графіки.
9. Які існують варіанти двокільних графіків?
10. Як визначається вагонний парк?
11. Як відбувається планування роботи транспорту підприємства в цілому?
12. Що таке диспетчерська служба?
13. Які існують методи оцінки рівня організації транспорту?



РОЗДІЛ 9 СХЕМИ ТРАНСПОРТУ

9.1. Вибір схем транспорту

Схемою транспорту гірничого підприємства називають графічне або інше відображення сукупності транспортних ланок, що сполучаються, у межах шахтного поля, рудного родовища або кар'єру. Схему транспорту характеризують розташуванням гірничих транспортних виробок (схема транспортних виробок) і застосовуванням у цих виробках видів і типів транспортного устаткування (технологічна схема транспорту).

Транспортні схеми зображують на плані транспортних виробок умовними позначками застосовуваних транспортних машин, механізмів і споруджень із зазначенням довжин транспортування і розмірів вантажопотоків.

При виборі раціональної схеми транспорту гірничого підприємства необхідно передбачати [4]:

1. Прогресивність прийнятих схем, засобів і способів транспортування, що забезпечують необхідну пропускну здатність транспортної системи, якість продукту, що транспортується, і безпечні умови праці [33].

2. Однотипність застосовуваних засобів транспорту, що полегшують експлуатацію транспортних систем, утримання і ремонт транспортних механізмів. За інших рівних умов повинна віддаватися перевага безперервним засобам транспорту.

3. Перевезення людей, допоміжних вантажів, матеріалів, устаткування до місця провадження робіт, доставку породи до місць її складування. По можливості варто приймати транспортні комплекси, що забезпечують доставку як основних, так і допоміжних вантажів.

4. Комплексність прийнятих технічних рішень, повне взаємне ув'язування засобів транспорту окремих ланок.

5. Можливість механізації і автоматизації процесу транспортування і робіт у суміжних ланках технологічного процесу видобування.



6. Надійність прийнятих засобів транспорту і транспортної системи в цілому.

Вибір схеми транспорту гірничого підприємства можна робити:

а) при комплексній оптимізації параметрів гірничого підприємства в цілому, тобто коли встановлюється схема розкриття і підготовки родовища, система розробки, топологія (просторове розташування) гірничих виробок, їхня кількість, довжина, кут нахилу, форма, розміри поперечного перерізу і т.д.

б) при заданих технологічних параметрах гірничого підприємства і заданих схем гірничих виробок.

При комплексній оптимізації параметрів гірничого підприємства економіко-математична модель підсистеми транспорту є складовою частиною економіко-математичної моделі проектного гірничого підприємства. Параметри підприємства в цілому (у тому числі і підсистеми транспорту) визначаються за критерієм мінімуму зведених витрат для видобутку тонни копалини. Такий підхід характерний для проектування кар'єрів, для яких має місце тісний зв'язок параметрів систем розробки і засобів транспорту.

Вибір транспортних засобів при заданих схемах гірничих виробок характерний для діючого гірничого підприємства або для знову проектного в тих випадках, коли облік транспортних витрат істотно не впливає на схему гірничих виробок, що характерно для шахт. Параметри систем розробки, схем підготовки і розкриття з урахуванням і без урахування видів транспорту практично не змінюються, тому комплексна задача може вирішуватися в два етапи. Спочатку вибираються параметри гірничої частини за критерієм мінімуму вартості тонни копалини, потім, виходячи з заданої схеми гірничих виробок і заданих продуктивностей, визначаються найвигідніші параметри підсистеми транспорту за критерієм мінімуму транспортних витрат.

Методи вирішення завдань. Завдання вибору видів транспорту і їхніх параметрів можуть вирішуватися двома методами - детермінованим і імовірнісним.



При детермінованому вирішенні відповідь виходить однозначною, тобто мається функціональний зв'язок між вихідними даними і рішенням. Основним методом вибору виду транспорту і його параметрів є метод варіантів. Для того або іншого варіанта транспортних засобів визначають техніко-економічні показники методом кошторисних розрахунків або за економіко-математичною моделлю, тобто за формулою, що дає величину витрат на транспортування. Оптимальне рішення знаходять: перебором варіантів, за допомогою диференціювання, лінійного, нелінійного і динамічного програмування. Нерівномірність вантажопотоків, надійність транспортних засобів та ін. – приймають за фіксованими, випробуваними практикою нормативами.

При імовірнісному методі основні вхідні дані вважаються випадковими величинами: замість визначеного вантажопотоку приймається послідовність випадкових чисел, замість визначеної характеристики надійності – послідовність випадкових чисел, що відбивають періоди роботи і відмов машин та ін. За допомогою теорії масового обслуговування, статистичного моделювання та ін, знаходиться рішення, але не однозначне: воно залежить від імовірності, з якою визначається. Імовірнісні методи малопридатні для вирішення завдання вибору транспортних засобів і їхніх параметрів з таких розумінь. Рішення залежить від рівня ймовірності, з яким воно знаходиться, а цей рівень завжди умовний. Реальні складні процеси замінюються найпростішими (застосовуються закони розподілу експонентний, нормальний). Мається також на увазі, що майбутнє не буде відрізнятися від минулого, оскільки імовірнісні методи завжди засновані на аналізі того, що було. Імовірнісні методи придатні для аналізу процесів, якісних порівнянь, розробки методик розрахунків та ін.

Основним методом вибору виду транспортних засобів і схем транспорту є детермінований метод у формі порівняння варіантів.

При вирішенні завдання вибору виду транспорту для заданої схеми розробки користуються готовими графіками зон ефективного застосування транспортних засобів (рис. 9.1).



Основна лінія рівних вартостей відокремлює зону застосування конвеєрного транспорту від зони локомотивного транспорту. Зона локомотивного транспорту розділена на зони найбільш ефективного застосування електровозів АМ8, АРП10 і ЛРП14. Зону застосування конвеєрного транспорту розділяють на дві частини.

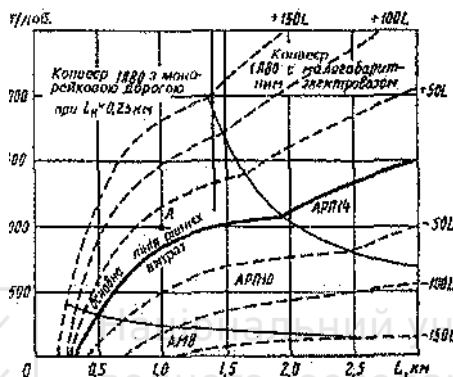


Рис. 9.1. Графіки зон раціонального застосування рейкового і конвеєрного транспорту

Перша частина (до 1,4 км) відповідає застосуванню у ролі допоміжного транспорту монорейкової дороги, друга - електровозів легкої зчпної ваги. Основна лінія рівних вартостей показує зону застосування порівнюваних засобів транспорту з огляду на витрати, пов'язані винятково з установкою та експлуатацією того або іншого виду транспорту. Для визначення зони ефективного застосування з урахуванням додаткових витрат (збиток від здрібнювання вугілля, втрати на усунення перекосу конвеєрного отава при ґрунті, що піддуває, осушення виробки та ін) на графік нанесено (штрихові лінії) сімейство ліній вартості, що відхиляються від основної лінії рівних вартостей на величину витрат на 1 км транспортування. Наприклад, при довжині транспортування 1 км і добовому вантажопотоці 1000 т (точка А на графіку рис. 9.1) з урахуванням тільки витрат на транспортування раціональне застосування конвеєра 1Л80 з монорейковою дорогою. Якщо припустити, що додаткові витрати, наприклад, від здрібнювання



вугілля при транспортування конвеєрами більше, ніж при локомотивному транспорті і складають 50 грн на 1 км транспортування, у цьому випадку межа зон ефективного застосування піде по лінії +50L. Точка А потрапить у зону раціонального застосування локомотивного транспорту.

Користуючись графіками зон застосування, варто пам'ятати, що вони звичайно кресляться для окремої ізольованої виробки і не придатні без виправлень для розгалужених виробок. Наприклад, нехай ми маємо одну виробку з довжиною транспортування L і продуктивністю A . Не змінюючи L і A замість однієї виробки візьмемо дві. Користуватися графіком за рис. 9.1 не можна, тому що довжина конвеєрів (сумарна) стала рівною $2L$, а для електровоза залишилася рівної L , оскільки той самий електровоз може обслуговувати обидві виробки. Звідси, до речі, впливає висновок, що чим більше розгалужено мережу виробок, тим менше економічний конвеєрний транспорт.

Вибір засобів транспорту для окремої виробки роблять у такій послідовності. Установлюють технічно можливі варіанти транспорту. Із числа можливих варіантів вибирають оптимальний, тобто такий, що забезпечує найменші експлуатаційні (або зведені) витрати по транспорті за час експлуатації транспортної системи. Технічна можливість застосування засобів транспорту визначається видом вантажів, що транспортуються, продуктивністю, довжиною, планом і профілем колії транспортування, пилогазовим режимом та ін. Вибір засобів транспорту для виробок, що входять у транспортну систему, залежить не тільки від гірничотехнічних умов, що визначають оптимальний варіант транспорту по кожній виробці, але і від взаємного впливу один на одного засобів транспорту даної системи. Який-небудь засіб транспорту, найвигідніший в умовах окремої ділянки, може виявитися неприйнятним, якщо враховувати зв'язки цієї ділянки з іншими транспортними ланками системи. Для вибору найвигіднішої схеми транспорту в цілому по гірничому підприємстві необхідно розглядати систему транспорту з урахуванням взаємного впливу засобів транспорту, окремих ланок й їхніх стиків.



У даний час у тих самих умовах можливе застосування великої кількості різних засобів транспорту. Кількість типів машин і устаткування з розвитком техніки безупинно збільшується, тому навіть для порівняно простої схеми транспортних виробок вибір оптимального рішення є різноманітним завданням, для вирішення якого звичайно застосовують електронно-обчислювальну техніку.

9.2. Схеми транспорту на збагачувальних фабриках

Транспортна схема на збагачувальних фабриках визначається методом збагачення корисної копалини, глибиною збагачення, характеристикою збагачення матеріалу, характером будівельної площадки під збагачувальну фабрику, районом розташування збагачувальної фабрики, продуктивністю фабрики.

Підвищення продуктивності фабрики після визначеної межі досягається введенням рівнобіжних секцій, причому схема транспорту в кожній секції однотипна. При виборі і розрахунку транспортної схеми повинні враховуватися такі основні положення:

1. Кількість транспортних операцій повинна бути найменшою, відстань – найкоротшою. Варто прагнути до рівномірності розгалужених вантажопотоків.

2. Основний вантажопотік матеріалів повинен транспортуватися самопливом, однак варто уникати довгих жолобів через великі втрати висоти, здрібнювання корисної копалини. За необхідності механічного транспортування використовувати стрічкові конвеєри.

3. Варто прагнути до застосування однойменних транспортних установок з однаковими характеристиками для забезпечення найбільшої взаємозамінності деталей.

4. Потрібно прагнути до створення найменшої кількості найбільших за продуктивністю вантажопотоків з метою зменшення вартості транспортування.

5. Вантажопотоки для розрахунку устаткування приймають за якісно-кількісною схемою збагачення.



Приймальний комплекс. Приймальні пристрої індивідуальних збагачувальних фабрик виконують у вигляді бункерів і скіпових підйомів.

Приймальні пристрої центральних і групових фабрик виконують залежно від властивостей матеріалу що надходить для приймання крупнокусковатих матеріалів (в основному руд) служать бункери малої ємності, поєднані в одному комплексі з дробаркою великого дроблення. Для середньо- і дрібнокусковатих матеріалів приймають бункерні приймальні пристрої. Тип розвантажувальних пристроїв визначається типом вагона. При великій продуктивності доцільно встановити вагоноперекидачі. При липких та матеріалах, що злежуються, застосовують щілинні бункери. Для випуску матеріалу з бункерів приймають для вугілля вібраційні живильники важкого типу, що хитаються; і пластинчасті: для руди – пластинчасті і (рідше) хитні, для вивантаження з щілинних бункерів – лопатеві живильники.

Відділення первинного дроблення. Транспортування крупнокусковатих твердих абразивних матеріалів (з розміром грудок більш 500...600 мм) досить складне, тому відділення первинного дроблення поєднують в один блок з вузлом приймання. Приймальні бункери влаштовуються малої ємності, а завантаження дробарки здійснюється або безпосередньо з бункерів, або за допомогою пластинчастого живильника. При установці на першій стадії дроблення великих конусних дробарок із завантажувальними отворами 1350...1500 мм застосовують тільки безпосереднє завантаження дробарки. Конусні дробарки з завантажувальним отвором 1200 мм і менше завантажують через живильник.

Транспортування дробленої, але усе-таки великої (до 350 мм) руди викликає значний знос стрічок, тому найчастіше на приймальному комплексі поєднують велике і середнє дроблення.

Дозувальні бункери і усереднювальні склади. Дозувальні бункери служать як для акумулювання рядового вугілля, так і для забезпечення сталості шихти, що надходить на збагачення.



Основні напрямки розвитку збагачення зводяться до того, щоб усереднити все рядове вугілля. Ємність у серединувальних складів рядового вугілля варто приймати рівною дво-, три- і чотиридобовій потужності фабрик.

На рудозбагачувальних фабриках усереднювальні склади служать для усереднення сировини і концентрату. При усередненні сировини, якщо рудник видає руду в грудках великих розмірів (до 300 мм і більше), звичайно перед надходженням на склад її дробленню. Усереднення концентрату виробляється в тому випадку, коли він подається на далекі відстані. Якщо підприємство знаходиться поруч зі збагачувальною фабрикою, то усереднення відбувається на складах або бункерах самого підприємства. Ємність складу розраховується на 3...4 доби. Встановлено, що на ефективності усереднення більшою мірою позначається кількість випускних комірок, а не загальна ємність бункерів. Оптимальна ефективність усереднення знаходиться в межах 65...72 % при 15...20 комірках (випускних отворах).

Рекомендується для збагачувальних фабрик ємність дозуючих бункерів приймати в межах 12...20 год роботи фабрики. За даними закордонної практики мінімальний запас вугілля в бункерах також приймається рівним не менше півдобової продуктивності фабрик (США, Польща, Чехія – 0,75 добового запасу). Крім бункерів у ряді країн встановлюються також вугільні склади для збереження запасу на 3...5 діб.

Акумуляючі бункери. За існуючими нормами встановлені такі критерії: при синхронній роботі цехів великого, середнього і дрібного дроблення вбудовані в будівлю проміжні бункери не повинні відігравати роль акумуляючих, а тільки розподільних; за тих самих умов робота ємність бункерів, що знаходяться окремо, приймається не більше ніж на 8-годинну продуктивність, а у випадку несинхронної роботи – не більше ніж на добову продуктивність цеху; ємність акумуляючого бункера у цеху збагачення приймається на 36-годинну продуктивність цеху; ємність акумуляючих бункерів під час проектування збагачувальних фабрик розраховується на



12...20 год роботи, причому для центральних і групових приймається більше, ніж для індивідуальних.

Для забезпечення рівномірного живлення перед деякими апаратами (наприклад, відсаджувальна машина) часто встановлюють індивідуальні дозувальні бункери. Ємність таких бункерів приймається рівною півгодинній продуктивності машини.

Корпус середнього і дрібного дроблення. Дробарки в корпусі можуть бути змонтовані за висотною, площинною або змішаною схемами. У першому варіанті основними передавальними механізмами служать самопливні жолоби, у другому – стрічкові конвеєри, у третьому – і те і інше. У ролі збірного служить стрічковий конвеєр. Варто забезпечити влучення матеріалу безпосередньо на збірний конвеєр без передатних засобів, введення яких знижує надійність та економічність схеми. Влаштування бункерів у корпусі звичайно не передбачають. При великій продуктивності перед дробарками середнього дроблення можуть бути передбачені бункери або склади, що підвищує надійність, але знижує економічність роботи цеху. Тому варіант із бункерами і складами повинний бути ретельно обґрунтований техніко-економічним порівнянням варіантів.

Головний корпус фабрики. Варіанти транспорту і компонування устаткування в головному корпусі фабрики досить різноманітні і визначаються прийнятим способом і технологією збагачення, властивостями корисної копалини та ін. факторами.

Основний транспортний засіб – самопливний транспорт. При транспортуванні з цеху, а цех застосовують стрічкові конвеєри. По можливості треба уникати коротких стрічкових конвеєрів, особливо при малих продуктивностях, що є економічно недоцільним. При ступінчатій схемі для підйому матеріалу використовуються елеватори. У ролі розподільних варто застосовувати скребкові конвеєри для вугілля (при малій довжині і продуктивності) і стрічкові конвеєри з розвантажувальними візками.



Відвали. Для промислових районів варто застосовувати, як правило, групові централізовані плоскі відвали. Вони ефективні при доставці по залізниці в радіусі 10...15 км, підвісною канатною дорогою – 3...15 км, автотранспортом – 2,5...3 км. При продуктивності комплексу 130...150 т/год ефективний автотранспорт, 150...300 т/год – підвісна канатна дорога 300...350 т/год – стрічкові конвеєри.

При наявності балок досить зручний гідровідвал з гідротранспортом до відвала. Для гуstonаселених районів, де бажано видалити породу на великі відстані у ряді випадків зручний залізничний транспорт. Проект відвала повинен передбачати комплекс протипожежних заходів (рис. 9.2).

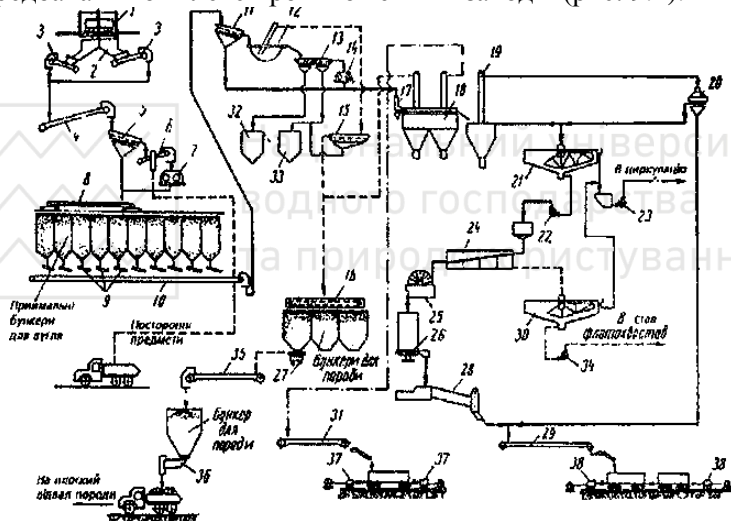


Рис. 9.2. Схеми ланцюга апаратів центральної вуглезбагачувальної фабрики:

- 1 – вагоноперекидач; 2 – приймальні воронки;
- 3, 9, 27, 36 – живильники; 4, 6, 10, 35 – стрічкові конвеєри;
- 5, 11, 13, 15 – грохоти; 7, 14 – дробарки; 8 – пересувний конвеєр;
- 12 – сепаратор; 16 – скребковий конвеєр; 17 – дугове сито;
- 18 – відсаджувальна машина; 19 – зневоднюючий елеватор;
- 20 – центрифуга; 21, 30 – радіальні згущувачі; 22, 23, 34 – насоси;
- 24 – флотажна машина; 25 – вакуумфільтри; 26 – стіл дозування;
- 28 – сушарка; 29 – вантажна стріла; 31 – вантажний конвеєр;
- 32, 33 – збирачі суспензії; 37, 38 – лебідки



9.3. Схеми транспорту кар'єрів

Серед можливих завдань проектування для кар'єрів властиве одне – визначення оптимальної транспортної схеми в комплексі з гірничоексплуатаційними роботами, оскільки вид транспорту обумовлює спосіб розкриття і систему розробок, обсяги гірничих робіт [35].

Різноманітність родовищ, що розробляються відкритим способом, визначає можливість застосування великої кількості видів і схем кар'єрного транспорту. Найголовнішими факторами, що визначають вибір виду транспорту, є виробнича потужність кар'єру щодо гірничої маси і відстань транспортування. Суттєвий вплив роблять також фізико-механічні властивості порід і корисної копалини, умови залягання і прийнята система розробки родовища, характер виїмки і застосоване навантажувальне устаткування, природно-кліматичні умови, термін існування кар'єру та ін.

Загальні вимоги до кар'єрного транспорту зводяться до такого:

- мінімальні відстані транспортування, особливо розкривних порід, при дотриманні прийнятих ухилів;
- стаціонарне, якщо можливо, розташування транспортних комунікацій;
- мінімальна кількість видів транспорту, типів транспортних засобів і перевантажень гірничої маси;
- відповідність транспортних засобів параметрам гірничого устаткування і фізичних властивостей вантажів, забезпечення поточковості виробництва, безпеки праці і найкращих економічних результатів.

Критерієм порівняльної оцінки різних видів транспорту є техніко-економічні показники, що розраховуються по спеціальних методиках. До розрахунку показників попередньо методом варіантів знаходять найкращі параметри для кожного виду (тип локомотива, ємність вагона та ін.).

Як засоби транспорту застосовують залізничний, транспорт стрічковими конвеєрами, автомобільний, гідротранспорт, підйомники, скрепери, кабелькрани,



рудоспуски, конвеєрні потяги та ін. На кар'єрах України найбільше застосування для м'яких порід (Дніпровський буровугільний, Нікопольський марганцеворудний басейни, Часов-Ярські кар'єри вогнетривких глин) одержав конвеєрний транспорт. Тут застосовують і інші види транспорту, а також безтранспортну систему розробки. На залізрудних кар'єрах для міцних висаджених порід – залізничний з тепловозною тягою (22,5 %), електровозний (8,5 %), автомобільний (60...70 %), конвеєрний і комбінований транспорт (8...12 %). Порівняно рідко використовують канатний транспорт (скіпові та автомобільні підйомники, канатні підвісні дороги), гідравлічний (наприклад, на Вільногірському ГМК), гравітаційний (рудоскати і рудоспуски), скреперну доставку, конвеєрні потяги, крутопохилі конвеєри та ін.

Залізничний транспорт використовують у кар'єрах середньої і великої продуктивності при розробці великих за площею родовищ горизонтального і похилого залягання, а також великих крутопадаючих покладів, переважно при корисних копалинах, що не вимагають роздільного виймання і відрізняються спокійним і витриманим заляганням. Найкращі показники залізничний транспорт має в кар'єрах з великим терміном існування. Основні переваги висока надійність, мала залежність від кліматичних умов, здатність транспортувати породи з будь-якими фізико-механічними властивостями, відносно низькі енергоємність і вартість транспортування, незначний негативний вплив на навколишнє середовище. Недоліки: невеликі ухили шляху (2,5...3,5)° або 40...50 ‰, низька продуктивність праці і висока трудомісткість (особливо шляхових робіт), великі радіуси вписування (80...100 м), високі капітальні витрати, великі обсяги гірничокапітальних робіт, особливо на глибоких кар'єрах.

У даний час переважно застосовують електровози Д94 (ДЕВЗ), ВЛ26 (НЕВЗ) і ЕЕ21 (ФРН) зчіпною масою 94...160 т, потужністю 1100...21000 кВт і силою тяги 110...250 кН;

– тягові агрегати типу ОПЕ, ПЕ (ДВВЗ і НЕВЗ) ЕЛ21 (ФРН) зчіпною масою 360...370 Т, потужністю 5000...6500 кВт і силою тяги 650...810 кН;



- тепловози типу ТЕМ 1, 2, 3 і 7 зчіпною масою 120...180 т, потужністю дизеля 750...1450 кВт і силою тяги 200...350 кН;
- думпкари типу ВР вантажопідйомністю від 60 до 180 т;
- вагони, піввагони і хоппери вантажопідйомністю 60...120 т.

Перспективи розвитку залізничного транспорту пов'язані із застосуванням тягових агрегатів (електропоїздів) і збільшенням ухилів шляху.

Автомобільний транспорт застосовують на родовищах зі складними умовами залягання, при швидкому посуванні фронту робіт. Найбільш часто його використовують при розробці крутопадаючих родовищ, при лінзо- і штокоподібних покладах, при малопотужних пластах горизонтального залягання, а також невеликих розрізнених, територіально віддалених одне від одного рудних тілах. Завдяки створенню нових високопродуктивних автомобілів великої вантажопідйомності та удосконаленню системи технічного обслуговування і ремонту галузі, застосування автомобільного кар'єрного транспорту за останні 10...15 років істотно розширилася.

Основні переваги: висока мобільність, простота впровадження в експлуатацію, незалежність від зовнішніх джерел живлення, що дозволяє застосовувати автотранспорт у складних умовах залягання, у період будівництва кар'єру і при розробці родовищ з обмеженими запасами і малим терміном експлуатації, при селективному вийманні копалин, можливість транспортування порід з будь-якими фізико-механічними властивостями; можливість руху по відносно крутих підйомах автодоріг (до $4...5^\circ$), що забезпечує скорочення довжини транспортування і гірничокапітальних робіт при будівництві виїзних траншей, спрощення процесу відвалоутворення; можливість шихтовки і усереднення руд безпосередньо в кар'єрі, висока надійність (через простоту резервування), простота створення ковзних з'їздів у кар'єрі; порівняно невеликі радіуси повороту на дорогах (45...50 м, а найменші 8...16 м). Недолік: залежність від кліматичних умов і стану автодоріг і як наслідок зниження продуктивності в період дощів снігопаду і ожеледі, обмежене значення раціональної довжини



транспортування (бажано 1,2...1,5 км) велика кількість пилу і шкідливих викидів відпрацьованих газів (до 200 т на один автомобіль на рік), особливо при інтенсивному русі і обмежених розмірах у плані, низька продуктивність праці через велику кількість водіїв відносно високі енергоємність і експлуатаційні витрати (особливо паливо-мастильних матеріалів і шини). У даний час на кар'єрах застосовують переважно великовантажні автосамоскиди та автопоїзди БелАЗ з гідромеханічною та електромеханічною трансмісією, закордонні автосамоскиди американських і японських фірм Unit Rig, Komatsu, Euclid, Caterpillar і Dresser вантажопідйомністю від 27 до 220 т і дизельтролейвози (рідко).

Перспективи розвитку автотранспорту пов'язані з його використанням при комбінованому транспортуванні на глибоких кар'єрах, удосконаленням схем руху і спільної роботи з екскаваторами у вибої, автоматизацією керування рухом, створенням автомобілів з електроприводом і ще більшої вантажопідйомності.

Конвеєрний транспорт застосовують для м'яких і скельних порід при високій концентрації гірничих робіт і вантажопотоків. Породи дроблять до максимальної крупності 400...500 мм. Особливо ефективно застосування конвеєрів у районах з помірно низькими температурами в комплексі з потужними екскаваторами безперервної дії або при великій глибині у ролі підйомника у схемах циклічно поточної технології (ЦПТ) і продуктивності кар'єру щодо гірничої маси (понад 20 млн. т/рік) при відстані транспортування до 2,5...3 км. Однак у тому випадку, якщо гірнича маса і далі за межами кар'єру (особливо при пересіченій місцевості) транспортується конвеєрами, загальна довжина лінії може досягати 10...20 км і більше.

Основні переваги: висока продуктивність (до 30 тис м³/год – пухких порід і до 3...10 тис т³/год – скельним порід), можливість транспортування гірських порід під великими кутами підйому, що скорочує довжину транспортних комунікацій, обсяг гірничо-капітальних робіт і рознос бортів кар'єрів, терміни їхнього будівництва зручність сполучення з



іншими видами транспорту, потоковість транспортування і простота автоматизації, менші енергоємність і залежність від кліматичних умов у порівнянні з автотранспортом незначний негативний вплив на навколишнє середовище, висока безпека і поліпшення умов праці. Недоліки: підвищені вимоги до абразивності, вологості і кускуватості матеріалів, що транспортуються, малий термін служби конвеєрних стрічок при транспортуванні абразивних порід (2...4 роки тканинні, 4...6 – тросові), висока вартість стрічок (до 40 % вартості конвеєра).

На кар'єрах України працюють конвеєри продуктивністю 1...6 тис м³/год із шириною стрічки 1200...2000 мм довжина конвеєрного става до 2000 м, швидкість стрічки 3...5 м/с для м'яких порід і 1 5...1,5 м/с – для скельних.

Перспективами конвеєрного транспорту в Україні є створення крутопохилих (до 40...45°) конвеєрів підвищення швидкості, розривного зусилля і зносостійкості стрічок.

Конвеєрний транспорт застосовують при розробці глибоких кар'єрів або при великій дальності транспортування, коли технічні і економічні переваги порівняно з єдиним видом транспорту стають суттєвими. Це досягається за рахунок використання різних засобів транспорту на ділянках, де вони найбільш ефективні. Однак необхідні перевантажувальні пункти, що ускладнюють технологічний процес, організацію робіт і ремонти устаткування.

Автомобільно-залізничний транспорт найбільш ефективний на кар'єрах великої виробничої потужності і при розробці нижніх горизонтів, що обмежують розвиток залізничних колій, коли відпрацьовуються родовища зі складною конфігурацією і складом корисної копалини і за необхідності інтенсифікації гірничих робіт у глибинній частині кар'єру. Автомобілі вводять, як правило, із глибини 150...180 м.

Автомобільно-конвеєрний транспорт найбільш розповсюджений на кар'єрах з міцними скельними породами і рудами. Введення конвеєра доцільне після досягнення кар'єром глибини 100 м і більше.



Залізнично-конвеєрний транспорт застосовують при великих розмірах кар'єру в плані, коли на глибоких горизонтах можливі роботи існуючого транспорту. Конвеєр вводять при значній глибині – 200 м і більше.

Автомобільно-скіповий транспорт дає можливість транспортувати скіпами крупнокусову висаджену скельну гірничу масу по борті кар'єру під кутом 45° і в шахтних стовбурних до 90° . Застосування можливе в порівняно глибоких кар'єрах (350...400 м) з малими розмірами в плані однак скіпові підйомники доцільно почати використовувати значно раніше.

Перспективи розвитку комбінованого транспорту пов'язані з розвитком його технологічних схем, створенням мобільних перевантажувальних пунктів для скельних порід, крутопохилих конвеєрів і конвеєрних потягів.

Схеми транспорту при розкритті родовищ. Проектування транспорту здійснюють у нерозривному зв'язку зі способами проведення траншей. Вид транспорту, тип екскаваторної машини і схему проведення траншей визначають її параметри (ширину понизу, ухил і обсяг), що впливають на техніко-економічні показники будівництва в цілому.

Схеми транспорту при розкритті класифікують за такими ознаками:

- за наявністю або відсутністю транспортних засобів – безтранспортні з розміщенням породи на бортах траншей екскаваторами або вибухом, транспортні з вивезенням породи на відвали, комбіновані з частковим застосуванням транспортних засобів.

- за місцем розташування засобів транспорту при розкритті – на дні траншеї, на верхній площадці (на борті) траншеї, у підземних виробках (похилих і вертикальних шахтних стовбурах, вертикальних і похилих рудоспусках у комбінації зі штольнями при розкритті нагорних родовищ);

- за способом навантаження екскаваторами в засоби транспорту - з нижнім або з верхнім навантаженням;

- за напрямком переміщення породи щодо осі траншеї – з подовжнім (наприклад, автосамоскидами або залізничним транспортом), поперечним (відвалоутворювачами, мостами) і



комбінованим (скреперами, при комбінації кількох видів транспорту) переміщенням;

- за величиною технологічних або організаційних перерв у роботі транспорту-безперервної дії (наприклад, при транспортно-відвальному способі проходки), потокові, що забезпечують практично безперервне навантаження (при встановленні в зоні навантаження кількох автосамоскидів), циклічної дії, що викликають простої екскаватора в періоди заміни завантажених транспортних посудин порожніми;

- за призначенням засобів транспорту – із транспортом, що використовується тільки в період будівництва; із транспортом, застосованим при експлуатації; з додатковим до транспорту періодом експлуатації.

Вид транспорту при проведенні траншей звичайно приймають той же, що передбачають для експлуатаційних робіт у кар'єрі. Це в більшості випадків істотно здешевлює будівництво і спрощує введення кар'єрів в експлуатацію.

Переважне застосування при проходці траншей знаходить автомобільний транспорт; залізничний – застосовують порівняно рідко.

До переваг способу проведення траншей з використанням автосамоскидів належать: відсутність шляхових робіт; невеликі простої екскаватора через виробництво обмінних операцій рухомого складу; мінімальна тривалість циклу роботи екскаватора. Залежно від кількості автосамоскидів, що одночасно знаходяться під навантаженням, розрізняють одиночну і групову (спарену і стросну) установки. Існує велика кількість способів подачі автосамоскидів під навантаження: заднім ходом, кільцева, тупикова та ін.

Конвеєрний транспорт при проведенні траншей у м'яких покриваючих породах набуває широкого застосування. На родовищі з м'якими покриваючими породами, де для розробки передового уступу або всього розкриття прийняті роторні екскаватори, а транспортування порід здійснюється стрічковими конвеєрами з вкладанням їх у відвали відвалоутворювачами, це ж устаткування може застосовуватися для проведення капітальних і розрізних траншей. Додатково до



експлуатаційного устаткування необхідно мати прохідницький стрічковий конвеєр. У ролі прохідницького стрічкового конвеєра може використовуватися прийнятий для експлуатації конвеєр, що монтується на ходові рейкові візки.

Проведення траншей при будівництві кар'єрів комплексами машин безперервної дії можливо такими способами (рис. 9.3):

– транспортно-відвальним способом з розміщенням порід розкриття на неробочих бортах траншеї за допомогою відвалоутворювача;

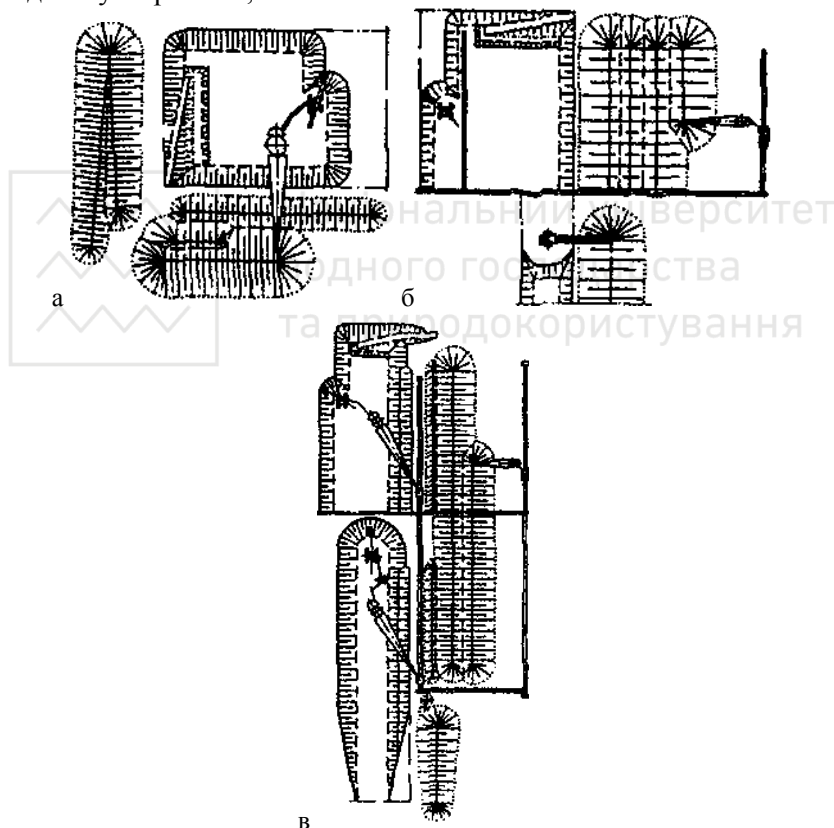


Рис. 9.3. Характерні схеми механізації проведення траншей:
а – транспортно-відвальним способом; б – транспортним способом;
в – комбінованим транспортним і транспортно-відвальним способом



– транспортним способом з розміщенням порід будівельного розкриву в зовнішні відвали, що передбачає:

а) проведення траншей роторним екскаватором разом зі стрічковими конвеєрами та від валоутворювачем;

б) проведення траншей роторним екскаватором з перевантаженням порід розкриву відвалоутворювачем через пересувний бункер-перевантажувач на конвеєр, покладений на борті траншеї, і вкладанням порід будівельного розкриву в зовнішні відвали відвалоутворювачем.

в) комбінованим способом, що являє собою сполучення транспортно-відвального з транспортним.

При розробці похилих і крутопадаючих родовищ зі скельними породами і рудами доводиться розкривати глибокі горизонти. Звичайно використовують ті види транспорту, що передбачені для експлуатаційних робіт.

Найбільш поширені схеми розкриття глибоких горизонтів з використанням комбінованого автомобільно-конвеєрного транспорту. Розкриття ведеться крутою (до 18°) траншеєю, у якій встановлюють конвеєрний підйомник. При глибині горизонту 200...300 м траншею розташовують на неробочому борті кар'єру. На глибині до 100 м траншея розташовується на тимчасово неробочому борті, надалі цей борт відпрацьовують до граничного контуру і переносять траншею в стаціонарне положення. При глибині 100...200 м здійснюють випереджальну розробку частини боргу для стаціонарного розміщення траншеї. У випадку великої завантаженості верхньої зони кар'єру транспортними комунікаціями і значної глибини застосовують два підйомники. Середня робоча зона розкривається підземним способом з розташуванням конвеєрного підйомника в похилому стовбурі, а нижня – крутою траншеєю.

Впровадження кар'єрних електропоїздів дозволить розкривати глибокі горизонти траншеями з ухилом до 160 ‰. Наприклад, на кар'єрі № 3 Нікопольського гірничо-збагачувального комбінату (НКГЗК) для розкриття глибоких горизонтів формуються дві круті траншеї (ухил 160 ‰), що визначено необхідною провізною здатністю (рис. 9.4). Одна двоколійна припадає в південній частині кар'єру до горизонту



+42 м, друга – триколійна – по західному борті кар'єру до горизонту -60 м. Від виїзних шляхів на робочі горизонти заводяться тупикові заїзди. У місці пересічення виїзних колій з існуючими влаштовують шляхопроводи.

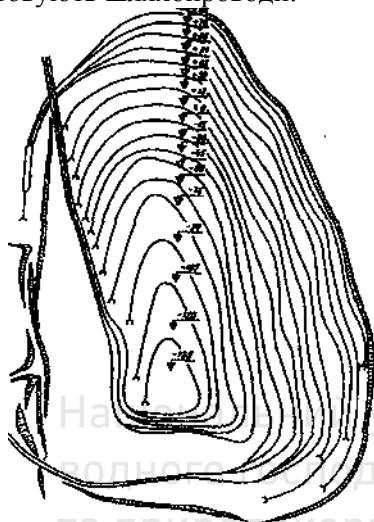


Рис. 9.4. Схема транспорту із застосуванням кар'єрного електропоїзда при розкритті глибоких горизонтів кар'єру № 3 НКГЗК крутими траншеями з ухилом 160‰

Схеми транспорту при експлуатації. Схеми транспорту класифікують:

- за напрямком переміщення гірничої маси щодо фронту гірничих робіт – з поперечним (наприклад, транспорт розкриву при транспортно-відвальній системі розробки), повздовжнім (наприклад, транспортна система розробки із залізничним транспортом) і комбінованим напрямком переміщення,

- за кількістю видів транспорту, застосованих у технологічному ланцюзі – однорідні (конвеєрний транспорт) і комбіновані (автомобільно-залізничний транспорт);

- за ступенем розвитку траси транспортних комунікацій – прості (прямі), що не змінюють свого напрямку в плані, і складні траси, що розташовуються на одному або двох бортах кар'єру і складаються з окремих ділянок (простих трас),



з'єднаних між собою петлевими або тупиковими з'єднаннями, а також на всіх бортах при спіральній формі траси;

- за взаємним розташуванням трас вантажного і порожнякового напрямків – зі сполученими і роздільними потоками;

- за терміном існування основних елементів схеми транспорту – постійні (весь термін служби кар'єру), що періодично змінюються (через кілька років, наприклад, при перенесенні напівстаціонарних дробарок у кар'єрі), і тимчасові.

Найбільш характерними типами родовищ є:

1. Горизонтальні або слабопохилі поклади з м'якими покриваючими породами (Дніпровський буровугільний, Нікопольський марганцевий, Керченський залізрудний та ін. басейни), що містять іноді міцні включення.

2. Похилі і крутопадаючі поклади зі скельними породами і рудами з невеликою потужністю м'яких покриваючих порід (кар'єри Криворізького залізрудного басейну).

Розробку кар'єрів першого типу звичайно здійснюють за комбінованою системою розробки транспортно-відвальна (основний уступ) і транспортна (передові уступи). Зручні умови потокового руху транспортних засобів на уступах часто (особливо при автомобільному транспорті) забезпечують розкриття двома (парними) виробками - вантажною і порожняковою. Для транспортування корисної копалини застосовують переважно автосамоскиди та електровозну відкатку, рідше – конвеєри тощо.

На кар'єрах другого типу застосовують транспортну систему розробки з використанням залізничного, автомобільного або комбінованого транспорту. Схеми транспорту на таких кар'єрах, як правило, складні, зі сполученими потоками і широким використанням напівстаціонарних і тимчасових елементів – ковзних з'їздів, перевантажувальних пунктів, ділянок колій або доріг, необхідних на короткий час.

Прикладом першого типу може служити Північний марганцеворудний кар'єр. Проектом передбачена комбінована система розробки (рис. 9.5). Нижній, розкритий уступ



(надрудний) розробляють за безтранспортною системою розробки двома драглайнами. На другому розкривному уступі - транспортно-відвальна система розробки з застосуванням роторного екскаватора, перевантажувача та від валоутворювача. Передовий уступ відпрацьовує комплекс машин безперервної дії за транспортною системою розробки. Руду транспортують самоскиди.

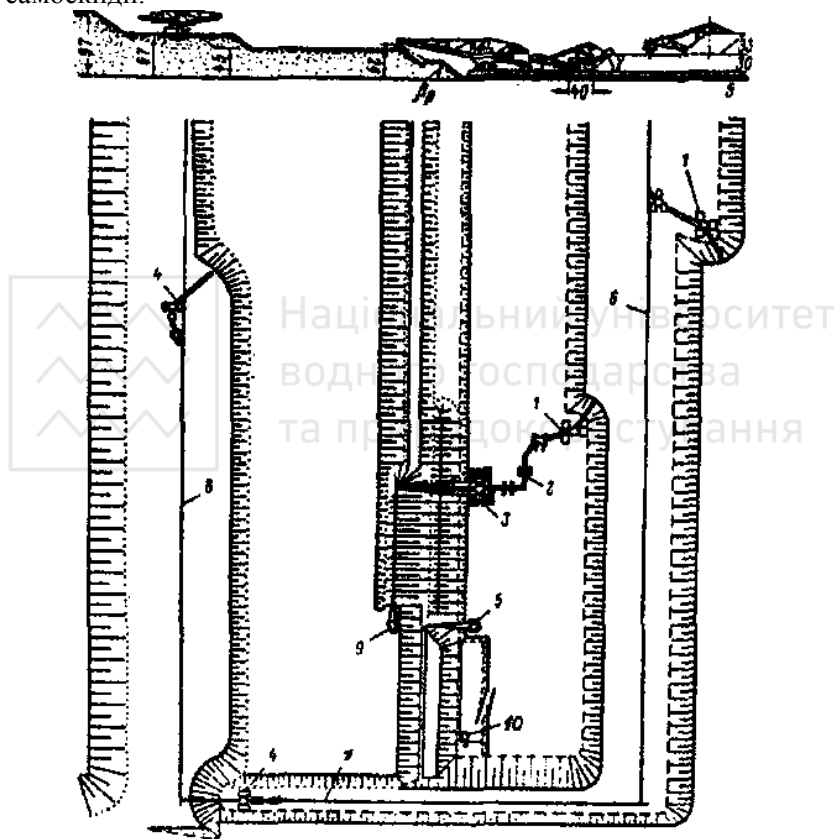


Рис. 9.5. Схема гірничих робіт на Північному марганцеворудному кар'єрі:

- 1 – роторні екскаватори; 2 – конвеєрний перевантажувач;
3, 4 – вибійний і відвальний відвалоутворювачі; 5 – крокуючий драглайн; 6, 7, 8 – вибійний, торцевий і відвальний конвеєри;
9 – допоміжний відвальний драглайн; 10 – видобувний екскаватор



Знаходять застосування схеми гідротранспорту при гідромеханізації або спільній роботі екскаваторні гідромоніторно-землесосних установок.

Прикладом другого типу є залізрудні кар'єри України. Досягнута глибина 250...300 м продовжує збільшуватися, росте концентрація гірничих робіт. Тут широко застосовують автомобільно-конвеєрний, залізнично-конвеєрний, автомобільно-залізничний транспорт. Особливо велика частка конвеєрних підйомників. На центральному ГЗК впроваджений автомобільно-конвеєрно-залізничний транспорт. Автотранспорт використовують переважно для доставки гірничої маси на концентраційні горизонти.

Верхні горизонти кар'єру Південного ГЗК обслуговуються залізничним транспортом. Для нижніх горизонтів передбачений залізнично-конвеєрний транспорт за схемою ЦПТ (рис. 9.6). У кар'єрі на концентраційному горизонті споруджується перевантажувальний пункт, обладнаний грохотильно-дробильним агрегатом з конусною дробаркою ККД-1500/180.

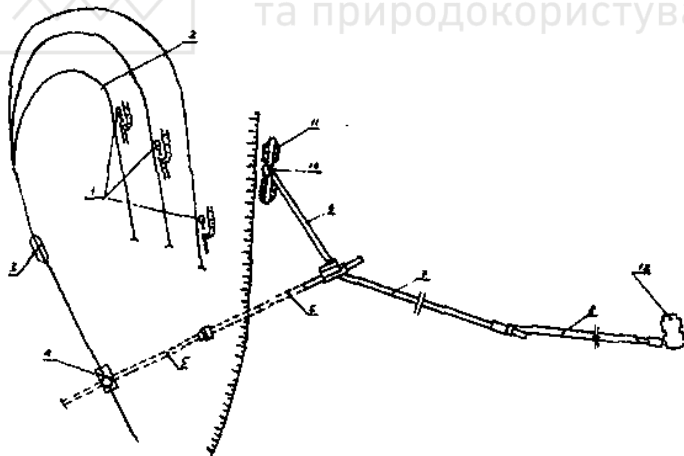


Рис. 9.6. Залізнично-конвеєрний транспорт на кар'єрі ПівденГЗК:
1 – екскаватор у вибої; 2 – залізнична колія на робочому горизонті;
3 – станція, 4 – дробильний перевантажувальний пункт;
5, 6 – стрічковий конвеєр у стовбурі; 7, 8, 9 – стрічковий конвеєр у галереї; 10 – перевантажувальна станція; 11 – склад руди



Від перевантажувального пункту руда п'ятьма конвеєрами загальною довжиною близько 2,5 км (ширина стрічки 2000 мм, продуктивність 20 млн т на рік) доставляється на збагачувальну фабрику або на проміжний склад. Піднімальні стрічкові конвеєри розташовані в похилому стовбурі.

На кар'єрі Інгuleцького ГЗК на глибоких горизонтах паралельно розвиваються дві транспортні системи: автомобільно-конвеєрна для доставки руди в схеми ЦПТ, залізнична та автомобільно-залізнична для транспортування розкрити з верхніх горизонтів кар'єру (рис. 9.7). З вибоїв руда автомобільним транспортом доставляється на навантажувальні пункти від яких дроблена руда транспортується стрічковими конвеєрами на збагачувальну фабрику.

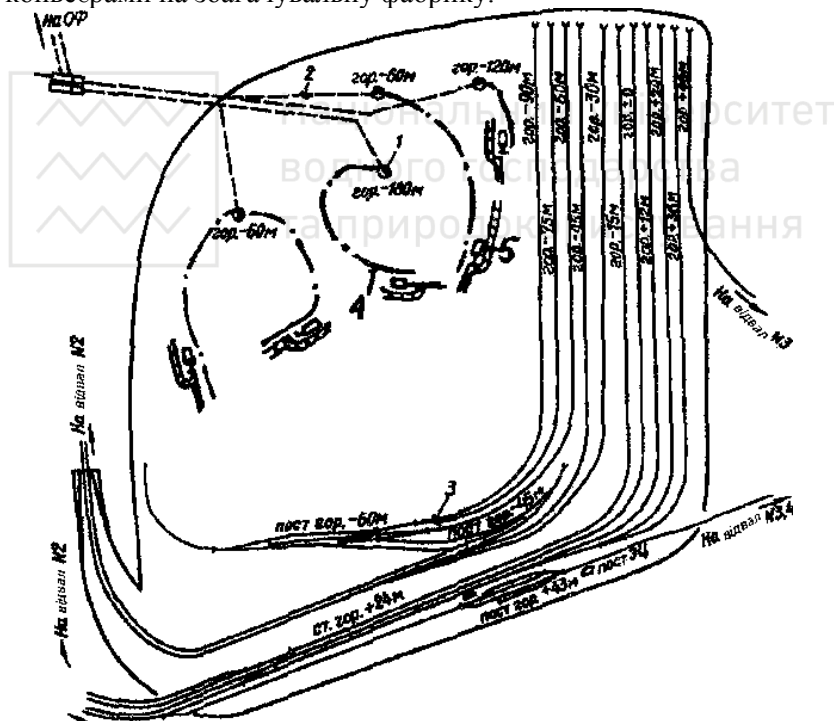


Рис. 9.7. Схема транспортної системи на кар'єрі Інгuleцького ГЗК:
1 – дробильно-перевантажувальний пункт; 2 – конвеєрний підйомник у стовбурі; 3 – залізничні колії; 4 – автодорога; 5 – вибій



Похилі конвеєрні підйомники розташовані в двох похилих стовбурах. Від навантажувальних пунктів до конвеєрних підйомників гірнича маса передається стрічковими конвеєрами. Верхні горизонти кар'єру (до горизонту -90 м) відпрацьовуються на залізничний транспорт. Нижня частина робочої зони кар'єру відпрацьовується на автомобільний транспорт.

На Первомайському кар'єрі Північного ГЗК намічається використання вибійного комплексу машин безперервної дії. Він складається (рис. 9.8) з екскаватора безперервної дії (ЕРГС-3000 – екскаватор кар'єрний гусеничний для скельних порід, продуктивністю 3000 м³/год), самохідних грохотильно-дробильного перевантажувача і бункера-живильника.

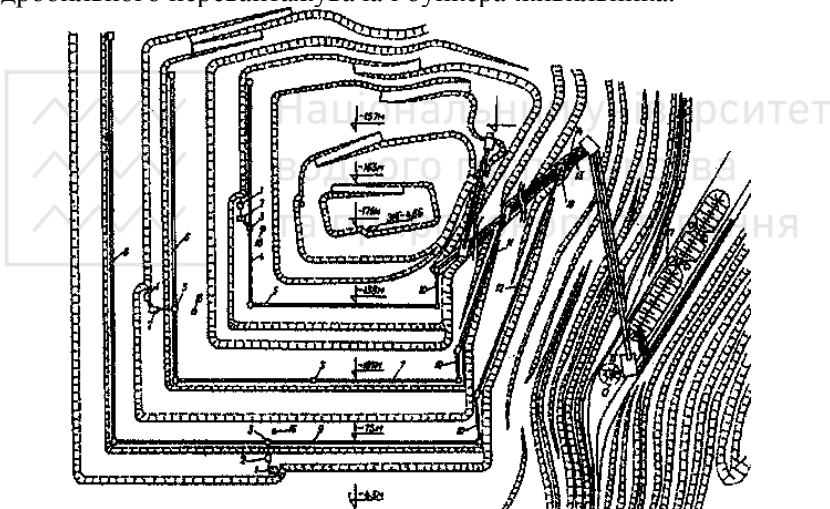


Рис. 9.8. Схема транспортної системи при потоковій технології гірничих робіт на Первомайському кар'єрі Північного ГЗК:

- 1 – екскаватор ЕРГС-3000; 2 – перевантажувач ПГС-1000; 3 – бункер-живильник; 4, 5, 6, 7, 8, 9 – конвеєри вибійні; 10 – конвеєри торцеві; 11, 12, 13, 14, 15 – конвеєри похилі; 16 – кабельний барабан; 17 – склад; 18 – перевантажувальна станція

Це дозволить реалізувати потокову технологію гірничих робіт і повну конвеєризацію транспортування гірничої маси.



Другим прикладом є схема з конвеєрними потягами (рис. 9.9). Завантаження потяга виробляється у вибої крупнокусковою гірничою масою без попереднього дроблення за допомогою пересувного пристрою. Рух конвеєрного потяга по коліях забезпечують стаціонарні приводи, розміщені по всій трасі.

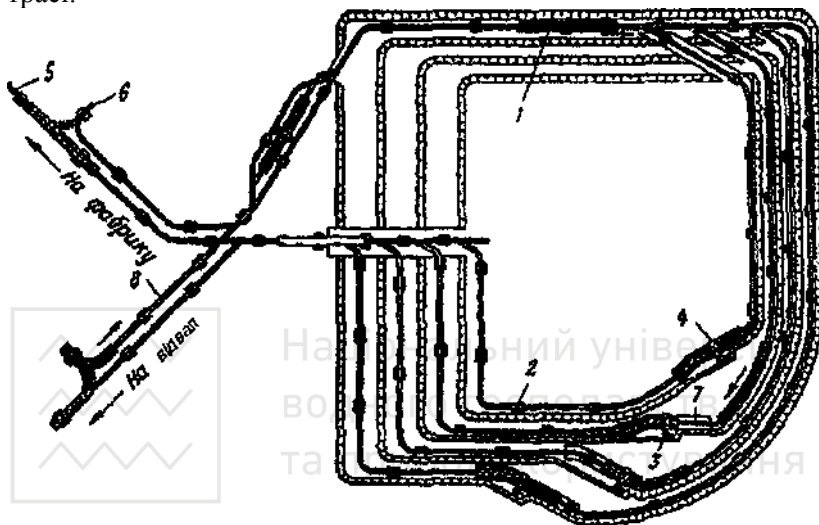


Рис. 9.9. Принципова схема транспортної системи застосування конвеєрних потягів при потоковій технології гірничих робіт: 1 – конвеєрний потяг; 2 – привід; 3 – екскаватор; 4 – пересувний завантажувальний пристрій; 5 – стаціонарний розвантажувальний пристрій; 6 – тупиковий заїзд; 7 – вибійні шляхи; 8 – колії на поверхні

Питання для самоперевірки, повторення

1. Як підбирають раціональну схему транспорту гірничого підприємства?
2. Які існують методи підбору виду транспорту?
3. Опишіть детермінований метод підбору виду транспорту.
4. Опишіть імовірнісний метод підбору виду транспорту.
5. Опишіть схеми транспорту на збагачувальних фабриках
6. Опишіть схеми транспорту кар'єрів.
7. Які існують схеми транспорту при експлуатації?
8. Які існують схеми транспорту при розкритті родовищ?



РОЗДІЛ 10

ОРГАНІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТУ НА ОКРЕМИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Автомобільний транспорт. При автомобільному транспорті до збірного рудоспуску автомобілі закріплюються за видобувною ділянкою і за рудоспуском. Рух по виробці, що веде до рудоспуску, керується дорожніми знаками і двоколірними світлофорами, керованими системою автоматичної світлової сигналізації і блокування [9].

Кар'єри. Локомотивний транспорт. На кар'єрах пункти навантаження безупинно переміщаються, вага составу велика, тому використання маневрового устаткування нерациональне і застосовують винятково організацію руху з закріпленням составу за локомотивом [9].

Як правило, використовують їзду без закріплення локомотива за маршрутом (за екскаватором). Це трохи ускладнює керування, але має цілий ряд переваг підвищується продуктивність локомотива, більш рівномірне навантаження на локомотиви, що рухаються то по важких маршрутах (з великими підйомами), то по легких, більш рівномірне навантаження на вагони, що працюють як по скельних, так і по м'яких ґрунтах і зношуються рівномірно, при роботі на м'яких ґрунтах вагони залипають, а при подачі їх на скельні ґрунти – очищаються.

На перегонах і пересіченнях влаштовують автоблокування. Система центральної безпеки охоплює тільки станції. Застосовують як диспетчерську індивідуальну, так і маршрутно-релейну централізацію.

Система світлофорної сигналізації двозначова (червоний, зелений) або тризначова (червоний, жовтий, зелений). Перевагами двозначової системи є велика простота і пропускна здатність, оскільки інтервал між потягами при двозначовій системі менше, ніж при три знаковій. Перевагами тризначової системи є велика надійність і безпека руху. На діючих кар'єрах застосовують двозначову систему, на деяких нових кар'єрах з великою довжиною перегонів і великою швидкістю руху потягів – три знакову.



Існує два види структури керування залізничним транспортом: транспортний цех і транспортне управління. Транспортний цех – один з цехів кар'єру. Начальник транспортного цеху підлеглий начальнику кар'єру. Транспортне управління є самостійною одиницею. Воно поєднує транспорт кількох кар'єрів і не підлегло окремим гірничим підприємствам, а тільки дирекції об'єднання гірничих підприємств (трест, комбінат) [24].

На рис. 10.1 показана типова структура транспортного цеху, а на рис. 10.2 – структура транспортного управління (для конкретних умов). Останній вид структури забезпечує більш високий рівень організації транспорту.



Рис.10.1. Структура керування транспортним цехом кар'єру при залізничному транспорті



Рис. 10.2. Структура транспортного управління



Збагачувальні фабрика. Організація транспорту на збагачувальних фабриках охоплює поточну експлуатацію транспортних машин, ремонтне господарство, матеріально-технічне постачання, охорону праці.

Служба керування транспортом є частиною загальнофабричної управлінської служби. Вона очолюється головним інженером фабрики і здійснюється безпосередньо йому підлеглим механіком і його відділом. Система керування вуглезбагачувальної фабрики на самостійному балансі наведена на рис. 4.

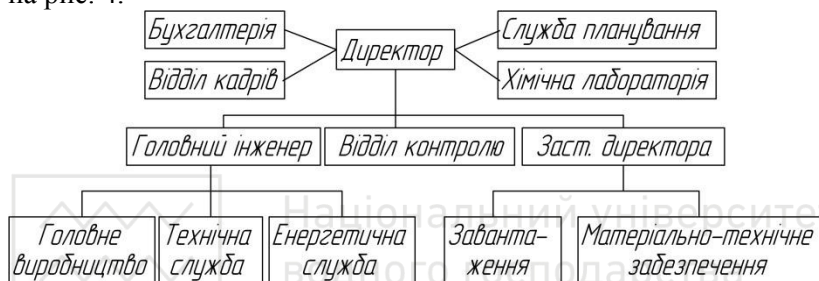


Рис. 10.3. Структура управління збагачувальною фабрикою

На індивідуальній фабриці обслуговування і ремонт механізмів очолює механік з ремонту устаткування і старший інженер з техніки безпеки. Для дробильних і дробильно-сортувальних фабрик у відділ головного механіка (що підкоряється безпосередньо головному інженерові) для великих рудозбагачувальних фабрик входять старший механік, механік вантажопідйомних машин і змащення, механік планово-попереджувального ремонту, механік конвеєрного господарства. Для фабрик магнітної сепарації механіки вантажопідйомних машин планово-попереджувального ремонту, капітального ремонту, по конвеєрах, механіки цехів. На фабриках гравітаційного збагачення є служба помічника начальника фабрики по устаткуванню включаючи механіка, енергомеханіка і виробничих майстрів. При мокрому збагаченні за наявності ділянки сушіння вводиться начальник ділянки, що підкоряється головному інженерові, заступнику начальника і механіку ділянки. За наявності одного і більше складів готової продукції і



сировини вводиться начальник ділянки, механік електрик, майстер-технолог.

Відвальне (хвостове) господарство при значному обсязі видобутку очолюється начальником хвостового господарства. При застосуванні автоматичної системи управління (АСУ) транспортні елементи виділяються в поточно-транспортні підсистеми. Оскільки транспортні ланцюги як правило, представлені конвеєрами керування, то транспортні підсистеми в АСУ збагачувальних фабрик не мають визначального значення.

Питання для самоперевірки, повторення

1. Які види структури керування залізничним транспортом існують?
2. Опишіть типову структуру транспортного цеху.
3. Опишіть структуру транспортного управління.
4. Опишіть організацію транспорту на збагачувальних фабриках.
5. Яка структура управління збагачувальною фабрикою?
6. Яка організація транспорту відвального господарства?



СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Basics in Minerals Processing. 2015. Metso Corporation. URL: https://www.metso.com/globalassets/saleshub/documents-episerver/handbook-basics-in-minerals-processing_en.pdf (дата звернення: 10.09.2018)
2. Bondarenko V. Basic concepts of minerals mining technology. Bondarenko V., Kovalevska I., Ganushevych K., Russkikh V. [etc] Tutorial. Dnipropetrovs'k: LizunoffPress, 2014. 428 p. (in English). ISBN 978-966-2575-35-4.
3. Бакка М. Т. Видобування природного каменю. Технологія та комплексна механізація видобування природного каменю / М. Т. Бакка, О. Х. Кузьменко, Л. С. Сачков. К.: ІСДО, 1994. 448 с.
4. Бакка М. Т. Видобування та переробка будівельних гірських порід: Навчальний посібник / М. Т. Бакка, В. Й. Сивко. Житомир: РВВ ЖДТУ, 2003. 249 с.
5. Бакка М. Т. Основи гірничого виробництва: Навчальний посібник / М. Т. Бакка, А. С. Лягутко, Г. Д. Пчолкін. Житомир: ЖІТІ, 1999. 430 с.
6. Бизов В. Ф. Відкриті гірничі роботи: Т III / В. Ф. Бизов, А. Ю. Жриженко. Кр. Ріг: Мінерал, 2004. 341 с.
7. Бизов В. Ф. Основи технології гірничого виробництва. Т.V «Технологічні засоби» / В. Ф. Бизов. Кривий Ріг: Мінерал, 2000.
8. Бизов В. Ф. Основи технології гірничого виробництва. Т.IX «Гірничі машини» / В. Ф. Бизов. Кривий Ріг: Мінерал, 2000.
9. Біліченко М. Я. Збірник задач з дисципліни «Основи теорії транспорту». Навчальний посібник / М. Я. Біліченко, Є. А. Коровяка, П. А. Дьячков, В. О. Расцветаев. Д.: Національний гірничий університет, 2007. 151 с.
10. Біліченко М. Я. Транспорт на гірничих підприємствах [Текст]: підруч. для вузів / М. Я. Біліченко, Г. Г. Півняк, О. О. Ренгевич та ін.; за ред. М. Я. Біліченка. 3-є вид. перероб. та доп. Д.: Національний гірничий університет, 2005. 636 с.



11. Білозьоров А. В. Рудниковий транспорт / А. В. Білозьоров, Л. С. Парфєнєнко. К.: Каравела, 2004. 325 с.
12. Будішевський В. О. Проектування транспортних систем енергоємних виробництв / В. О. Будішевський, В. О. Гутаревич, О. О. Пуханов, А. О. Суліма, Я. О. Ляшок. Донецьк, 2008. 454 с.
13. Возний В. Р. Основи гірничого виробництва / В. Р. Возний, Р. С. Яремійчук. К.: Кондор, 2006. 376 с.
14. Гірничий Закон України: офіц. текст прийнятий 01 січня 2006 р. / Верховна Рада України. К.: Парламентське видавництво, 2006.
15. Гуменик І. А. Розкриття родовищ [Електронний ресурс]: Навчальний посібник / І. А. Гумений, Г. Д. Пчолкін, Г. Я. Корсунський. Д.: НГУ, 2014. 108 с.
16. Дриженко А. Ю. Відкриті гірничі роботи: терміни та їх визначення: Навч. посіб. / А. Ю. Дриженко, О. О. Шустов; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. Д.: НГУ, 2010. 164 с.
17. Дриженко А. Ю. Карьерные технологические горно транспортные системы / А. Ю. Дриженко. Харків: ПП «Поліграфіст», 2011. 542 с.
18. Дриженко А. Ю. Открытая разработка железных руд Украины: состояние и пути совершенствования: Монография / А. Ю. Дриженко, Г. В. Козенко, А. А. Рыкус. Под. ред. А. Ю. Дриженко; М-во образования и науки Украины, Нац. горн. ун-т. Д.: НГУ, 2009. 452 с.
19. Дриженко А. Ю. Управление параметрами рабочей зоны железорудных карьеров при понижении горных работ / А. Ю. Дриженко, А. А. Рыкус: Зб. наук. праць НГУ. Дніпропетровськ: РВК НГУ, 2006. № 25. С. 81–87.
20. Кириченко М. Т. Основи гірничого виробництва: Навч. Посібник / Кириченко М. Т., Кузьменко О. Х. Житомир: ЖДТУ, 2003. 344 с.
21. Корнєєв С. В. Основи теорії транспорту : Навч. посіб. / С. В. Корнєєв, Л. Н. Ширін. М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Донбаський держ. техн. ун-т. Алчевськ: ДонДТУ, 2011. 353 с.



22. Корнієнко В. Я. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Транспортні системи гірничих підприємств» для студентів напряму підготовки 6.050301 «Гірництво» денної та заочної форм навчання / В. Я. Корнієнко. Рівне: НУВГП, 2015. 21 с.

23. Корнієнко В. Я. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Транспортні системи гірничих підприємств» для студентів за напрямом підготовки 6.050301 «Гірництво» денної та заочної форм навчання / В. Я. Корнієнко. Рівне: НУВГП, 2014. 34 с.

24. Кузьміч О. К. Відкриті гірничі роботи. Навчальний посібник для студ. за фахом 7.01010421 «Професійне навчання. Технологія й комплексна механізація видобутку корисних копалин» / О. К. Кузьміч. Харків: УПА, 2003. - 100 с.

25. Маланчук З. Р. Научные основы комплексного освоения недр / З. Р. Маланчук, Е. И. Черней, А. Д. Калько. Ровно, 2002. Т.1. 860 с.

26. Маланчук З. Р. Научные основы недропользования в Украине / З. Р. Маланчук, Е. И. Черней. Ровно: Ровен. обл. тип., 2000. 343 с.

27. Маланчук З. Р. Спеціальні технології видобутку корисних копалин. Навчальний посібник / З. Р. Маланчук, Є. З. Маланчук, В. Я. Корнієнко. Рівне: НУВГП, 2017. 266 с.

28. Маланчук З. Р. Технології відкритої розробки корисних копалин. Навчальний посібник. Рівне: НУВГП, 2013. 285 с.

29. Надутый В. П. Эксплуатация и обслуживание горных машин: Навчальний посібник / В. П. Надутый, О. В. Анциферов. Дніпропетровськ: НГУ, 2003. 103 с.

30. Новожилов М. Г. Теория и практика бестранспортной системы открытой разработки месторождений: Монография / М. Г. Новожилов, В. С. Эскин, Г. Я. Корсунский. К.: Вища школа, 1973. 256 с.

31. Оника С. Г. Проектирование карьеров: учебное пособие / С. Г. Оника. Минск: БНТУ, 2006. 224 с.

32. Оника С. Г. Процессы открытых горных работ [Электронный ресурс]: учебно-методический комплекс для



студентов специальности 1-51 02 01 «Разработка месторождений полезных ископаемых» / Ф. Г. Халявкин, С. Г. Оника. –Минск: БНТУ, 2016. - elib.

33. Про затвердження Правил охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом. Держгірпромнагляд. Наказ №61 від 18.03.2010.

34. Радзивилл А. Я. Днепровский бурогольный бассейн: Монография / А. Я Радзивилл, С. А. Гурилов, М. А. Самарин и др. К.: Наукова думка, 1987. 328 с.

35. Ренгевич О. О. Експлуатаційні розрахунки транспортних комплексів кар'єрів / О. О. Ренгевич, О. В. Денищенко. Навч. посібник. Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2005. 99 с.

36. Російсько-український гірничий словник. 2-е вид. репринтне. К.: Техніка, 1991. 280 с.

37. Рудько Г. І. Геолого-економічна оцінка родовищ корисних копалин: Монографія / Г. І. Рудько, М. М. Курило, С. В. Родованов. К.: АДЕФ-Україна, 2011. 384 с.

38. Салов В. О. Основи експлуатаційних розрахунків транспорту гірничих підприємств [Текст]: Навч. посіб. / В. О. Салов. Д.: Національний гірничий університет, 2005. 199 с.

39. Типовые технологические схемы ведения горных работ оборудованием непрерывного действия. К.: УкрНИИпроект, 1974. 256 с.

40. Фиделев А. С. Грузоподъемное и транспортное оборудование заводов строительных изделий и карьеров. Учебное пособие. К.: Госстройиздат УССР, 1961. 323 с.

41. Ширін Л. Н. Транспортні комплекси кар'єрів: Навчальний посіб. / Л. Н. Ширін, О. С. Пригунов, О. В. Денищенко. Д.: НГУ, 2015. 241 с.



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Навчальне видання

Маланчук Зіновій Романович
Корнієнко Валерій Ярославович
Сорока Валерій Степанович
Васильчук Олександр Юрійович

ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ



Навчальний посібник

Друкується в авторській редакції

Технічний редактор

Г.Ф. Сімчук

Підписано до друку 26.10.2018 р. Формат 60×84 ¹/₁₆.

Ум.-друк. арк. 11,1. Обл.-вид. арк. 11,6.

Тираж 100 прим. Зам. № 5398.

Видавець і виготовлювач
Національний університет
водного господарства та природокористування
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до
державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів
видавничої продукції РВ № 31 від 26.04.2005 р.